



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

VZDUCHOTECHNIKA ADMINISTRATIVNÍ BUDOVY

VENTILATION OF AN OFFICE BUILDING

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Tomáš Hrbáček

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. OLGA RUBINOVÁ, Ph.D.

BRNO 2021



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program	B3607 Stavební inženýrství
Typ studijního programu	Bakalářský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor	3608R001 Pozemní stavby
Pracoviště	Ústav technických zařízení budov

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Student	Tomáš Hrbáček
Název	Vzduchotechnika administrativní budovy
Vedoucí práce	Ing. Olga Rubinová, Ph.D.
Datum zadání	30. 11. 2020
Datum odevzdání	28. 5. 2021

V Brně dne 30. 11. 2020

prof. Ing. Jiří Hirš, CSc.
Vedoucí ústavu

prof. Ing. Miroslav Bajer, CSc.
Děkan Fakulty stavební VUT

PODKLADY A LITERATURA

1. Stavební dokumentace zadané budovy
2. Aktuální legislativa ČR
3. České i zahraniční technické normy
4. Odborná literatura
5. Zdroje na internetu

ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ

A. Teoretická část – literární rešerše ze zadaného tématu

B. Výpočtová část

analýza objektu – rozdělení na funkční celky VZT, 2-3 zařízení zpracovaná v tématech:

tepelné bilance,

průtoky vzduchu, tlakové poměry

distribuce vzduchu,

dimenzování potrubí a tlaková ztráta,

úpravy vzduchu, návrh VZT jednotek (hx diagramy),

útlum hluku

C. Projekt – úroveň prováděcího projektu: výkresy dvoučarově, půdorysy + řezy (řešené místnosti, strojovna) legenda prvků, 1:50 (1:100) – budou uloženy samostatně jako přílohy, technická zpráva (tabulka místností, tabulka zařízení), položková specifikace, funkční (regulační) schéma

STRUKTURA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část závěrečné práce zpracovaná podle platné Směrnice VUT "Úprava, odevzdávání a zveřejňování závěrečných prací" a platné Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání a zveřejňování závěrečných prací na FAST VUT" (povinná součást závěrečné práce).
2. Přílohy textové části závěrečné práce zpracované podle platné Směrnice VUT "Úprava, odevzdávání, a zveřejňování závěrečných prací" a platné Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání a zveřejňování závěrečných prací na FAST VUT" (nepovinná součást závěrečné práce v případě, že přílohy nejsou součástí textové části závěrečné práce, ale textovou část doplňují).

Ing. Olga Rubinová, Ph.D.
Vedoucí bakalářské práce

ABSTRAKT

Cílem bakalářské práce s názvem „Vzduchotechnika administrativní budovy“ je návrh vzduchotechnických zařízení pro administrativní budovu. Práce je členěna do třech dílčích částí – teoretická část, výpočtová část a projektová část. V teoretické části je přiblíženo téma vzduchotechnických jednotek a jejich jednotlivých komor. Výpočtová část se zabývá návrhem dvou vzduchotechnických zařízení v 3. NP administrativní budovy obsluhujících zasedací místnost, chodbu a hygienické zařízení. V projektové části je zpracována projektová dokumentace vzduchotechniky.

KLÍČOVÁ SLOVA

Vzduchotechnika, vzduchotechnická jednotka, distribuce vzruchu, administrativní budova, větrání, chlazení.

ABSTRACT

The aim of this Bachelor Thesis titled “Ventilation of an office building” is the design of the ventilation of an office building. The work is divided into three main parts: theoretical part, computational part and project part. The theoretical part introduces the topic of air conditioning units and their chambers. The computational part deals with the design of two air conditioning units on the 3rd floor of the office building operating a meeting room, a corridor and toilets with washing facilities. The last, the project part, describes project documentation of ventilation in depth.

KEYWORDS

Air conditioning, air conditioning unit, distribution of air, office building, ventilation, cooling.

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

Tomáš Hrbáček *Vzduchotechnika administrativní budovy*. Brno, 2021. 81 s., 101 s. příl. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav technických zařízení budov. Vedoucí práce Ing. Olga Rubinová, Ph.D.

PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané bakalářské práce s názvem *Vzduchotechnika administrativní budovy* je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 28. 5. 2021

Tomáš Hrbáček
autor práce

PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci s názvem *Vzduchotechnika administrativní budovy* zpracoval(a) samostatně a že jsem uvedl(a) všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 28. 5. 2021

Tomáš Hrbáček
autor práce

PODĚKOVÁNÍ:

Rád bych tímto poděkoval Ing. Olze Rubínové, Ph.D. za její čas a trpělivost při poskytovaných konzultacích, ochotu a cenné připomínky, které mi poskytla.

OBSAH

ÚVOD.....	10
1 TEORETICKÁ ČÁST.....	11
1.1 VZDUCHOTECHNICKÉ JEDNOTKY	11
1.1.1 DĚLENÍ DLE TECHNICKÉHO PROVEDENÍ	11
1.1.2 DĚLENÍ DLE UMÍSTĚNÍ	12
1.2 POPIS ČÁSTÍ VZDUCHOTECHNICKÉ JEDNOTKY	14
1.2.1 KLAPKY	14
1.2.2 FILTRY	15
1.2.3 OHŘÍVAČE.....	17
1.2.4 CHLADIČE.....	17
1.2.5 ZPĚTNÉ ZÍSKÁVÁNÍ TEPLA (ZZT)	18
1.2.6 VENTILÁTORY	21
1.2.7 ZVLHČOVAČE	23
1.2.8 SMĚŠOVACÍ KOMORA.....	24
1.3 REŽIMY VZDUCHOTECHNICKÉ JEDNOTKY	24
1.4 VOLBA VHODNÉ JEDNOTKY	25
1.5 PŘÍKLADY VZDUCHOTECHNICKÝCH JEDNOTEK	25
1.5.1 JEDNOTKA PŘETLAKOVÉHO VĚTRÁNÍ	26
1.5.2 ROVNOTLAKÁ VĚTRACÍ JEDNOTKA	27
1.5.3 JEDNOTKA TEPLOVZDUŠNÉHO VYTÁPĚNÍ	28
1.5.4 KLIMATIZAČNÍ JEDNOTKA	28
2 VÝPOČTOVÁ ČÁST	30
2.1 ANALÝZA OBJEKTU	30
2.1.1 PŘEHLED ZAŘÍZENÍ.....	30
2.1.2 NÁVRHOVÉ PARAMETRY VNĚJŠÍHO PROSTŘEDÍ.....	31
2.1.3 NÁVRHOVÉ PARAMETRY VNITŘNÍHO PROSTŘEDÍ.....	32
2.2 TEPELNÁ ZÁTĚŽ	34
2.3 TEPELNÉ ZTRÁTY	37
2.4 PRŮTOKY VZDUCHU	38
2.5 DISTRIBUČNÍ PRVKY.....	41
2.5.1 ZAŘÍZENÍ Č. 1	41
2.5.2 ZAŘÍZENÍ Č. 2	42
2.6 DIMENZOVÁNÍ POTRUBÍ.....	45
2.7 VZT JEDNOTKY	50
2.8 ÚTLUM HLUKU	54
2.9 IZOLACE POTRUBÍ.....	61
3 PROJEKT	62
3.1 TECHNICKÁ ZPRÁVA.....	62

3.1.1	ÚVOD	62
3.1.2	PODKLADY PRO ZPRACOVÁNÍ.....	62
3.1.3	VÝPOČTOVÉ HODNOTY KLIMATICKÝCH POMĚRŮ.....	62
3.1.4	VÝPOČTOVÉ HODNOTY VNITŘNÍHO PROSTŘEDÍ	62
3.1.5	ZÁKLADNÍ KONCEPČNÍ ŘEŠENÍ.....	63
3.1.6	POPIS TECHNICKÉHO ŘEŠENÍ.....	64
3.1.7	NÁROKY NA ENERGIE	66
3.1.8	MĚŘENÍ A REGULACE	68
3.1.9	NÁROKY NA SOUVISEJÍCÍ PROFESE	68
3.1.10	PROTIHLUKOVÁ A PROTIOTŘESOVÁ OPATŘENÍ	69
3.1.11	IZOLACE.....	69
3.1.12	PROTIPOŽÁRNÍ OPATŘENÍ	69
3.1.13	MONTÁŽ, PROVOZ, ÚDRŽBA A OBSLUHA ZAŘÍZENÍ.....	69
3.1.14	ZÁVĚR	70
3.2	TABULKA MÍSTNOSTÍ	71
3.3	TECHNICKÁ SPECIFIKACE	72
3.4	FUNKČNÍ SCHÉMATA	74
4	ZÁVĚR.....	75
5	POUŽITÉ ZDROJE.....	76
6	SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A OZNAČENÍ.....	78
7	SEZNAM OBRÁZKŮ, TABULEK A GRAFŮ.....	79
PŘÍLOHY	81
A.	VÝKRESOVÁ ČÁST	81
A.1	PŮDORYS 3. NP (1:50)	81
A.2	SVISLÉ ŘEZY (1:50)	81
B.	NAVRŽENÉ VZT JEDNOTKY	81
B.1	ZAŘÍZENÍ Č. 1– AEROMASTER XP04	81
B.2	ZAŘÍZENÍ Č. 2– CAKE VZ-1	81

ÚVOD

Bakalářská práce s názvem „Vzduchotechnika administrativní budovy“ se zabývá návrhem dvou vzduchotechnických zařízení v 3. NP administrativní budovy obsluhujících zasedací místnost, chodbu a hygienické zařízení. Takto navržené vzduchotechnické zařízení slouží k úpravě a distribuci vzduchu v tomto objektu. Práce je členěna do třech dílčích částí – teoretická část, výpočtová část a projektová část.

První část práce, teoretická část, slouží k přiblížení teorie vzduchotechnických jednotek, jejich dělení, popisu částí a jednotlivých komor, z nichž je jednotka složena. Teoretická část neopomíná jednotlivé režimy vzduchotechnické jednotky ani návrh vzduchotechnické jednotky. V závěru této kapitoly jsou uvedeny jednotlivé příklady vzduchotechnických jednotek včetně bližšího popisu jejich částí a fungování.

Výpočtová část práce je soustředěna na jednotlivé výpočty, které jsou nepostradatelné pro návrh vzduchotechnického zařízení pro administrativní budovu. Zahrnuje výpočty například tepelné zátěže, tepelných ztrát, průtoků vzduchu, dimenzování potrubí, distribučních elementů apod.

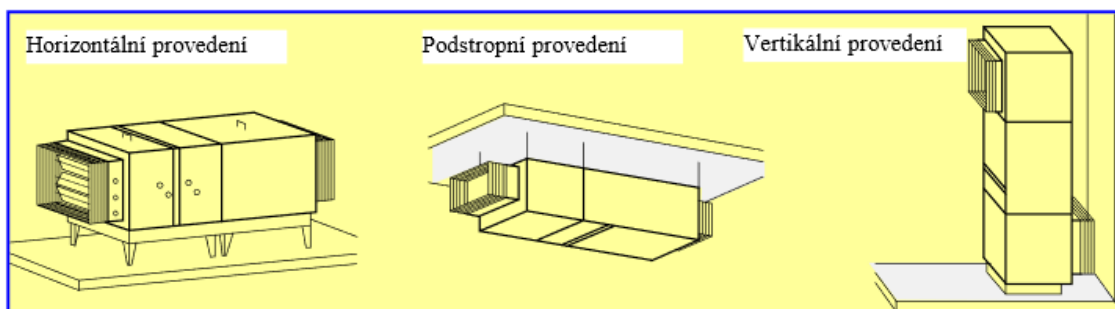
Závěrečná část práce, projektová část, klade důraz na zpracování projektové dokumentace k návrhu vzduchotechnických zařízení.

Objektem, pro který byl zpracován návrh je novostavba v obci Náchod v Královohradeckém kraji. Jedná se o čtyřpodlažní budovu s plochou jednoplášťovou střechou. Uvnitř objektu se nacházejí zejména kancelářské, komunikační a hygienické prostory.

1 TEORETICKÁ ČÁST

1.1 Vzduchotechnické jednotky

Vzduchotechnické (VZT) jednotky slouží k úpravě a distribuci vzduchu. VZT jednotka je složena z dílčích komponentů, ve kterých probíhají jednotlivé procesy úpravy – ohřívání, chlazení, vlhčení, sušení či filtrace vzduchu [11].



Obrázek 1 Příklady osazení vzduchotechnických jednotek

Nedílnou součástí vzduchotechnických jednotek je ventilátor, který slouží jako pohonná jednotka a zajišťuje uvedení vzduchu do pohybu, ten je dále účelně transportován na místo určení. Další důležitou součástí jsou vzduchové filtry. Je-li VZT jednotka vybavena filtrací, je vyprodukovan vzduch čistý a zdravotně nezávadný [11].

1.1.1 Dělení dle technického provedení

V rámci základního dělení VZT jednotek dle technického provedení se VZT jednotky dělí na sestavné a kompaktní.

Sestavné VZT jednotky

Sestavná vzduchotechnická jednotka je sestavena z jednotlivých dílčích komor. Jedná se například o ventilátorovou komoru, komoru chladiče, komoru ohříváče apod. Výhodou tohoto druhu jednotek je její funkční i tvarová variabilita, jelikož lze poměrně snadno jednotlivé dílčí celky spojovat. Pro menší průtoky vzduchu (500 až 4500 m³/h) se vyrábějí převážně podstropní ploché sestavné jednotky [5].



Obrázek 2 Sestavná vzduchotechnická jednotka

Kompaktní VZT jednotky

Kompaktní vzduchotechnická jednotka je na rozdíl od sestavné vzduchotechnické jednotky méně tvarově variabilní, jelikož je tvořena základnou s pevnými rozměry. Avšak na rozdíl od jednotek sestavných umožňují kompaktní technické řešení VZT jednotky s menšími vnějšími rozměry [9]. Kompaktní jednotky se vyrábějí ve třech základních provedeních:

- Podstropní ploché;
- Centrální s čtvercovým nebo mírně obdélníkovým průřezem;
- Skříňové [5].



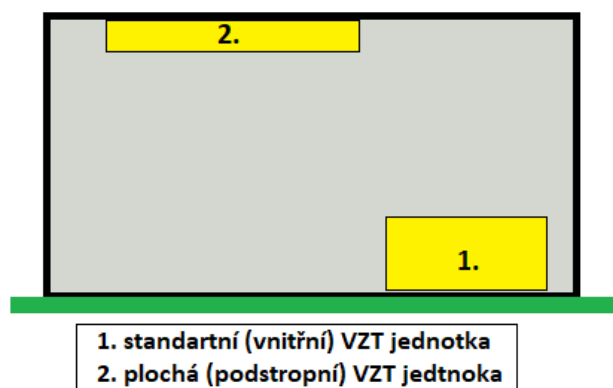
Obrázek 3 Kompaktní vzduchotechnická jednotka

1.1.2 Dělení dle umístění

Z hlediska umístění dělíme vzduchotechnické jednotky na interiérové a venkovní.

Interiérové VZT jednotky

Interiérové VZT jednotky bývají umístěny zpravidla ve speciální místnosti zvané strojovna vzduchotechniky. Umístění této místnosti v objektu je velmi důležité, neboť musí být umístěna tak, aby byla dostatečně zabezpečena trasa kapacitního přívodu čerstvého vzduchu a zároveň aby byly minimalizovány rozvody větracího vzduchu po objektu vzhledem k provozním i investičním nákladům. V rámci interiérových VZT jednotek dále rozlišujeme standartní vnitřní VZT jednotky a ploché neboli podstropní VZT jednotky (viz. obrázek č. 4) [11].



Obrázek 4 Dělení interiérových VZT jednotek



Obrázek 5 Strojovna vzduchotechniky

Venkovní VZT jednotky

Venkovní VZT jednotky jsou umístěny zpravidla na střechu objektu. Pro jejich umístění je nutná zvýšená izolace stěnových panelů přibližně mezi 40 a 60 mm. Dále je zapotřebí zajistit zvýšenou ochranu VZT jednotky, zejména pak její elektroinstalaci, před deštěm a sněhem [11].

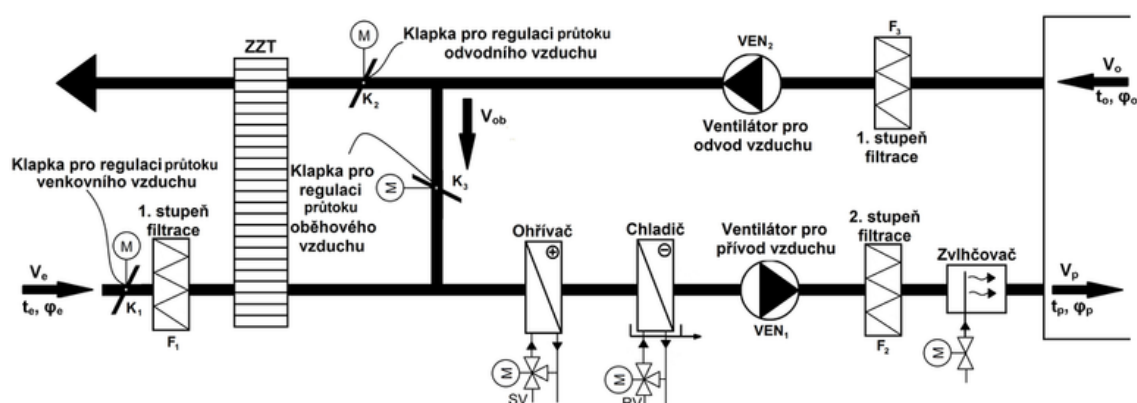


Obrázek 6 Venkovní vzduchotechnická jednotka

1.2 Popis částí vzduchotechnické jednotky

Jak již bylo zmíněno výše VZT jednotka je složena z tzv. dílčích komor, které lze uspořádat podle individuálních požadavků z hlediska úpravy vzduchu či prostorových omezení. Mezi základní funkční aspekty tvořící VZT jednotku patří klapky, filtry, jednotka zpětného získávání tepla, směšovací komora, chladič, ohříváč, zvlhčovač a ventilátor [7].

Obrázek č. 7 ilustruje schéma modelu jednozónového a jednokanálového klimatizačního systému. To znamená, že se jedná o model, kdy vzduchotechnická jednotka upravuje stav vzduchu se stejným charakterem provozu a tepelné zátěže a zároveň upravuje a přivádí vzduch v jednom potrubí. Model této VZT jednotky se skládá z ohříváče, chladiče, jednotky zpětného získávání tepla, směšovací komory, zvlhčovače, dvojice ventilátorů a trojice filtrů [7].



Obrázek 7 Schéma modelu vzduchotechnické jednotky

Ve VZT jednotce dochází k termodynamickým úpravám vzduchu. Jedná se o procesy ohřevu, chlazení, vlhčení, směšování, odvlhčování. Při těchto procesech pak dochází ke změnám teploty a vlhkosti vzduchu [7].

1.2.1 Klapky

Klapky jsou součástí každé VZT jednotky. Základní dělení klapek je následující:

Uzavírací klapky

Uzavírací klapky chrání vodní ohříváče před zamrznutím a zároveň brání proudění studeného vzduchu do budovy v případě, že je ventilátor vypnutý.



Obrázek 8 Uzavírací klapka

Regulační klapky

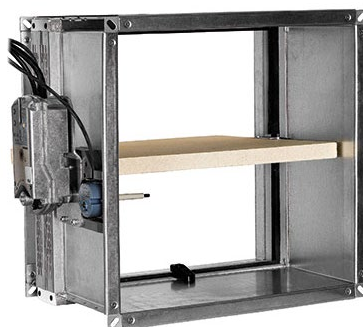
Regulační klapky slouží k regulaci vzduchu či směřování dvou proudů vzduchu.



Obrázek 9 Regulační klapka

Požární klapky

Jedná se o požární uzávěr vzduchotechnického potrubí, který je vyroben, tak aby se v případě podnětu uzavře a tím se zamezilo šíření plamenů, kouře a tepla potrubními rozvody. Právě proto musí být klapka vyrobena z nehořlavého materiálu. Stejně tak musí splňovat požární odolnost dle požadavků (obvykle se jedná o 30, 60, 90 a 120 minut) [5].



Obrázek 10 Požární klapka

Přetlakové klapky

Umožňují vstup vzduchu s vyšším tlakem do prostoru volného nebo prostoru s nižším tlakem [7].

1.2.2 Filtry

Filtrace vzduchu je velmi zásadní operací pro zajištění kvalitního vnitřního ovzduší. Podstatou filtrace je odstranění znečišťujících částic z vnitřního i vnějšího prostředí a snížení jejich koncentrace pod limity, které jsou stanoveny hygienickými požadavky [12].

Filtrace slouží zejména k ochraně vnitřního ovzduší před tuhými a kapalnými látkami, které se do ovzduší dostávají lidskou i přírodní činností. Veškeré nečistoty tak působí negativně na zdraví nejen lidí, ale i zvířat. Pod pojmem tuhé částice se rozumí například prach, popílek, aerosol, dým či kouř. Dá se je však obecně nazvat pod pojmem prach, a to v případě kdy není podstatný způsob jejich vzniku [12].

Prach je zdraví nebezpečný, neboť může v sobě obsahovat toxické látky (např. kovy, karcinogeny). Průnik nebezpečných částic do lidského organismu však závisí na velikosti částice (viz. tabulka č. 1).

Tabulka 1 Průnik nebezpečných částic do lidského organismu

Částice větší než 10 μm	Zachycení v horních cestách dýchacích
Částice menší než 10 μm	Možný průnik za hrtan
Částice menší než 2,5 μm	Možný průnik do plicních sklípků
Částice menší než 1 μm	Možný průnik do krevního řečiště



Obrázek 11 Rámečkový filtr

Filtry se dělí na:

- **Filtry atmosférického vzduchu** pro odlučování částic z všeobecného větrání, které se řídí normou ČSN EN ISO 16890-1 [4].
- **Filtry s vysokou účinností**, které se řídí normou ČSN EN 16798-3 [3].

V závislosti na požadavku kvality vzduchu existuje několik stupňů filtrů. Nová norma ISO 16890 na rozdíl od normy EN779:2012 nevyužívá dělení vzduchových filtrů dle tříd G1–F9 (EN779). ISO 16890 dělí vzduchové filtry do tříd dle schopnosti filtrovat různé velikosti částic (viz. tabulka č. 2) [4].

Tabulka 2 Stupně filtrů podle ISO 16890 (zdroj: vlastní zpracování)

ISO Coarse	hrubé nečistoty
ISO ePM10	částice menší, než 10 mikronů
ISO ePM2,5	částice menší, než 2,5 mikronu
ISO ePM1	částice menší, než 1 mikron

1.2.3 Ohříváče

Ohříváče slouží k ohřevu proudu čerstvého vzduchu a zároveň k odvodu vzduchu větraného prostoru. Nejrozšířenějším typem jsou vodní ohříváče, avšak v závislosti na teplotnosné látce existují také ohříváče parní, elektrické, plynové a chladivové (kondenzátor) [5].

Vodní ohříváč

Teplotnosnou látkou v případě vodního ohříváče je voda s teplotním spádem. Při ohřevu vzduchu dochází ke změně teploty vzduchu, nicméně měrná vlhkost zůstává neměnná. Teplosměnná plocha a teplotní rozdíl mezi vzduchem a vodou jsou nejdůležitější předpoklady pro výkon tohoto druhu ohříváče [10]. Vodní ohříváče se vyrábějí nejčastěji jako lamelové výměníky, tzn. měděné trubky s hliníkovými lamelami. U vodních ohříváčů, do kterých je v zimním období přiváděn neupravený vzduch je zapotřebí zajistit ochranu výměníků proti mrazu. [5]

Existují dva způsoby regulace vodních ohříváčů:

- **kvalitativní:** průtok vody zůstává neměnný, ale mění se její teplota;
- **kvantitativní:** teplota zůstává konstantní, ale mění se průtok vody [10].



Obrázek 12 Vodní ohříváč

1.2.4 Chladiče

Nedílnou součástí klimatizačních zařízení jsou chladiče, jejichž úlohou je ochladit přiváděný vzduch. Chladiče lze obecně rozdělit na dva základní typy– vodní chladiče a přímé výparníky, opět v závislosti na teplotnosné látce [5].

Z hlediska úpravy vzduchu dochází v chladiči k chlazení suchému nebo chlazení mokrému. V případě, že teplota výměníku je vyšší než teplota rosného bodu upravovaného vzduchu, dochází k suchému chlazení. Naopak dochází-li ke kondenzaci, jelikož teplota chladiče je nižší než teplota rosného bodu upravovaného vzduchu, jedná se o tzv. mokré chlazení [5].

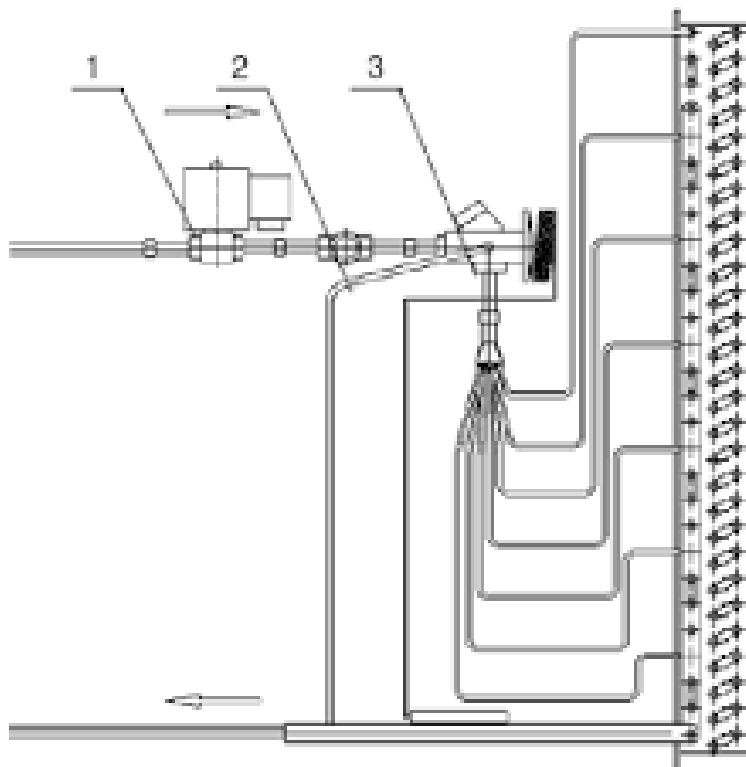
Vodní chladiče

Teplotnosní látkou u vodních chladičů je voda nebo nemrzoucí směs ze zdroje chladu s nejčastějším vodním spádem 6/12 °C. Principiálně fungují podobně jako teplotní ohříváče, avšak vodní chladič vyžaduje nižší teplotní rozdíl mezi teplotnosnou látkou a vzduchem [10]. Jejich konstrukce

je víceřadá (obvykle 2 až 5) s lamelami na straně vzduchu. Vodní chladiče bývají vyrobeny převážně z měděných trubek s hliníkovými lamelami [5].

Přímé výparníky

Přímé výparníky na rozdíl od vodních chladičů mají mnohem vyšší účinnost, což se ale projeví na jeho ceně. Zároveň nevýhodou tohoto druhu chladiče je riziko namrzání a obtížnější regulace [5]. U tohoto druhu chladiče je teponosnou látkou chladivo – vzduch. Název výparník vychází z principu fungování toho zařízení, neboť u přímých výparníků je chladivo vstřikováno do proudu vzduchu, který prochází výparníkem. Přes stěny výměníku se chladivo vypařuje, a tím odebírá teplo vzduchu [7].



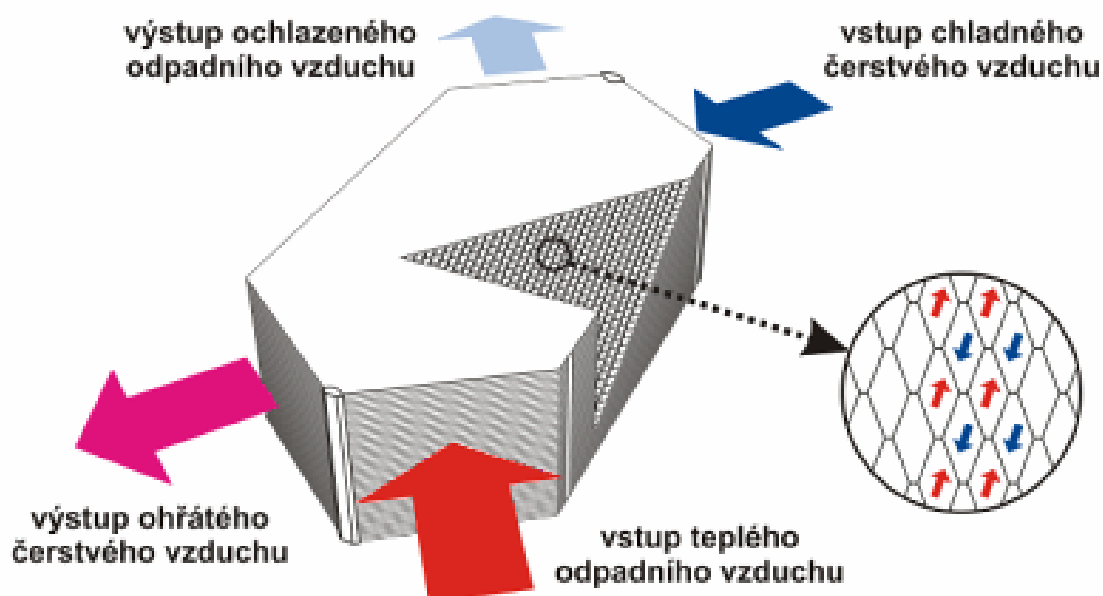
Obrázek 13 Schéma jednookruhového přímého výparníku

1.2.5 Zpětné získávání tepla (ZZT)

ZZT je zařízení, které využívá teplo odváděného vzduchu z objektu za účelem využít teplo přenášené znečištěným vzduchem a tím zlepšit celkovou energetickou bilanci systému. Výměníky pro zpětné získávání tepla se dělí na dva základní typy, a to regenerační a rekuperační [9].

Rekuperační ZZT

Rekuperační výměníky pro zpětné získání tepla jsou založeny na předávání tepla přímo přes stěnu výměníku, kde se kříží odváděný a přiváděný vzduch. V současnosti se jedná o jedny z nejvíce využívaných rekuperátorů, neboť jsou cenově dostupné a jejich výroba je poměrně jednoduchá [7].

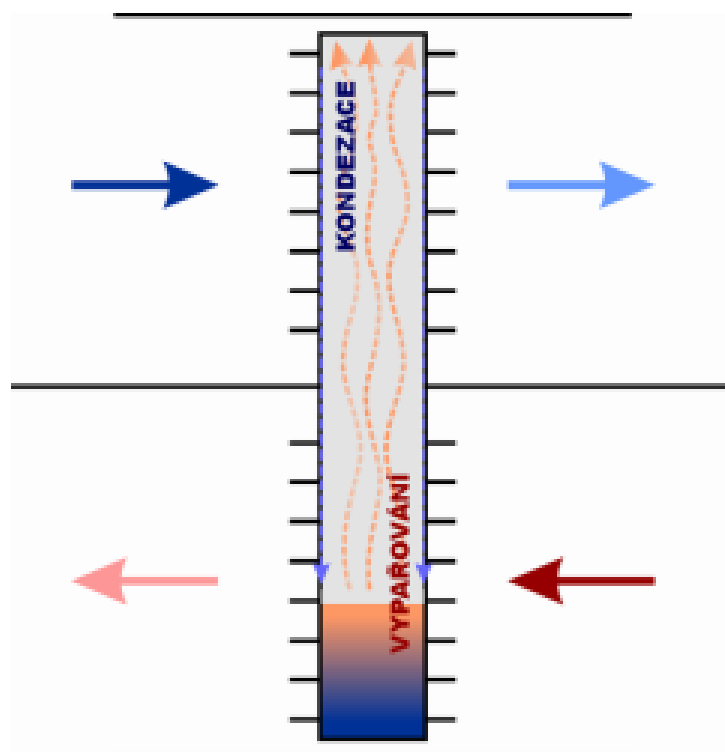


Obrázek 14 Schéma protiproudého rekuperačního výměníku

Rekuperační výměníky ZTZ můžeme dále dělit na deskové výměníky a výměníky z tepelných trub. *bic.*

Výměníky z tepelných trub

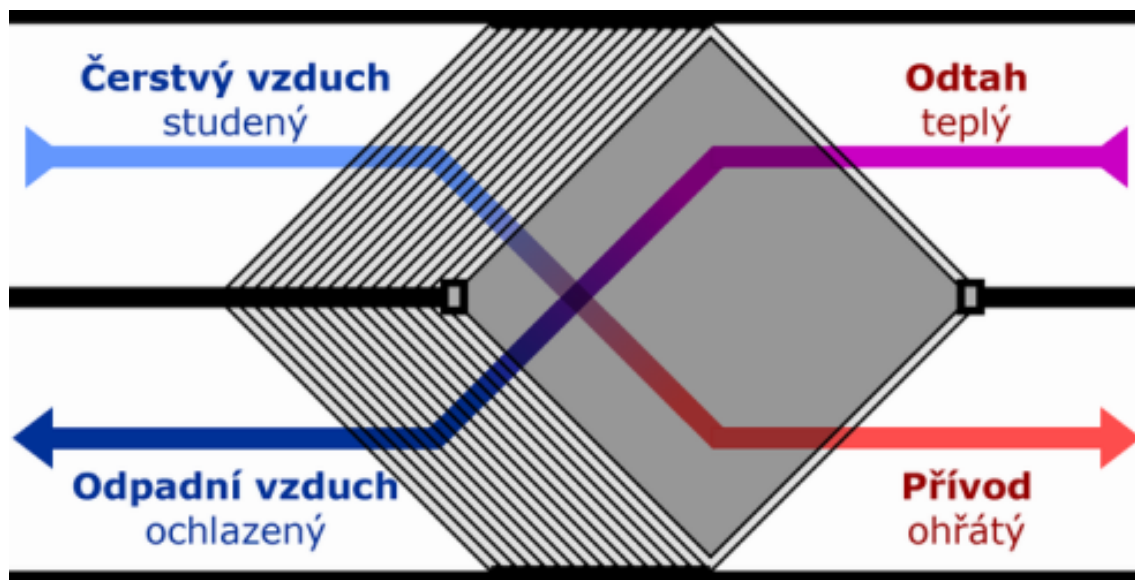
U tohoto druhu výměníku je teplotonosná plocha tvořena svazkem kovových trub, které jsou naplněny nízkotepelným médiem. Trubice má dvě části – výparnou a kondenzační. Výparná část je v proudu odpadního teplého vzduchu a kondenzační část je v proudu studeného čerstvého vzduchu. Médium se potom odpaří ve výparné části a dále prochází do části kondenzační, kde se zkapalní a předá teplo do trubice a do vzduchu [7].



Obrázek 15 Schéma výměníku s tepelnými trubicemi

Deskový výměník

U deskových výměníků jsou teplotonosnou plochou profilové desky a dochází u nich k rovnoměrnému a vyváženému prostupu tepla. Odváděný vzduch je od přiváděného vzduchu oddělen teplotně vodivými deskami z nerez, hliníku, oceli či plastu. V současné době jsou deskové výměníky nejpoužívanějším typem pro malé jednotky [8].



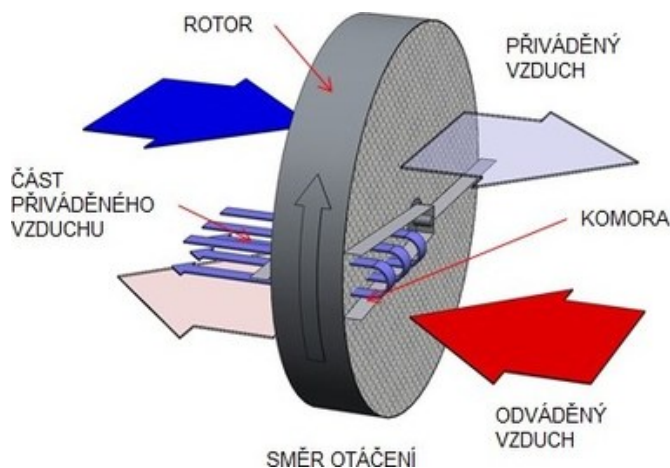
Obrázek 16 Schéma deskového výměníku s křížovým proudem

Regenerační ZZT

Rotační výměník

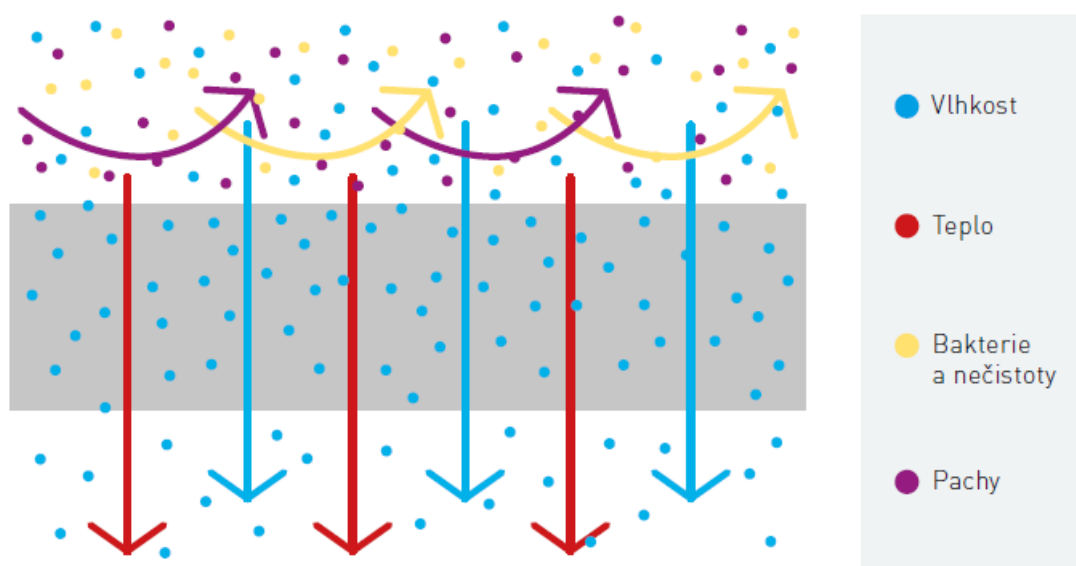
Tento typ výměníku pracuje na principu akumulace energie z proudu odváděného odpadního vzduchu do hmoty rotoru. Následně díky cyklickému otáčení dochází k výdeji akumulované energie do proudu čerstvého přiváděného vzduchu. Dochází ke střídání pozic jednotlivých částí rotoru mezi proudy odváděného a přiváděného vzduchu.

Díky několikanásobně vyšší teplosměnné ploše oproti ostatním typům ZZT výměníků a schopnosti přenosu jak citelného, tak vázaného tepla – vlhkosti dosahují rotační výměníky běžně účinnosti přes 80 % [5].



Obrázek 17 Schéma rotačního výměníku

Membránový entalpický výměník



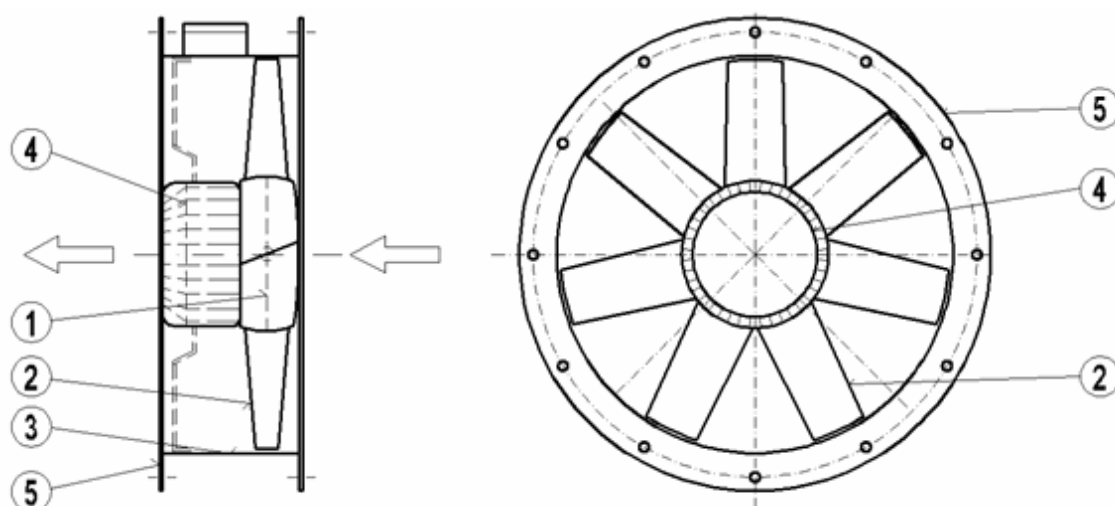
Obrázek 18 Princip membránového entalpického výměníku

1.2.6 Ventilátory

Ventilátor plní funkci dopravy vzduchu do větraného prostoru. Existuje řada typů ventilátorů.

Axiální ventilátory

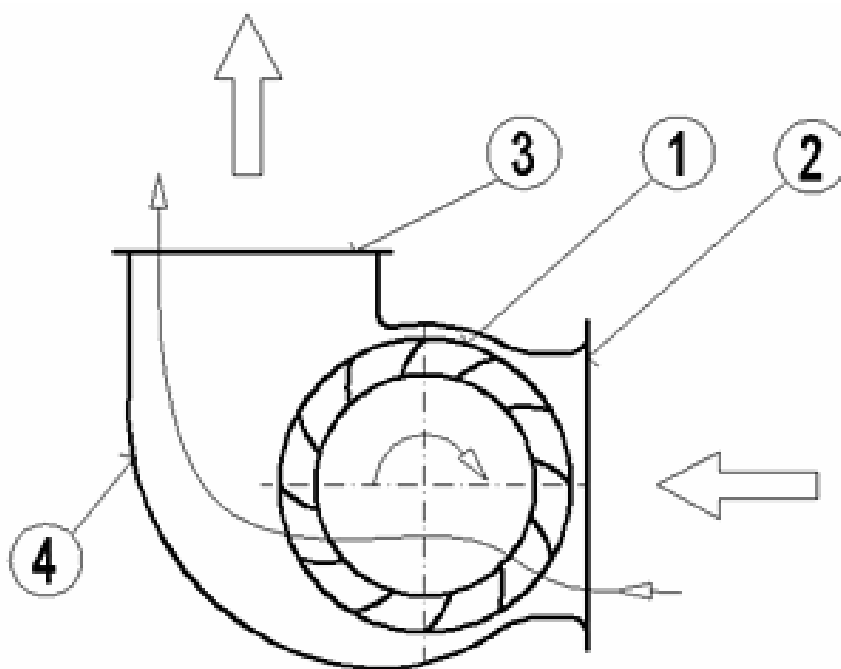
Využívané pro nucený odvod nebo pro přívod vzduchu, který není tepelně upraven. Axiální ventilátory dále dělíme podle celkového dopravního tlaku na rovnotlaké a přetlakové [13].



Obrázek 19 Schéma axiálního ventilátoru

Diametrální ventilátory

Jsou součástí parapetních nebo nástěnných jednotek.



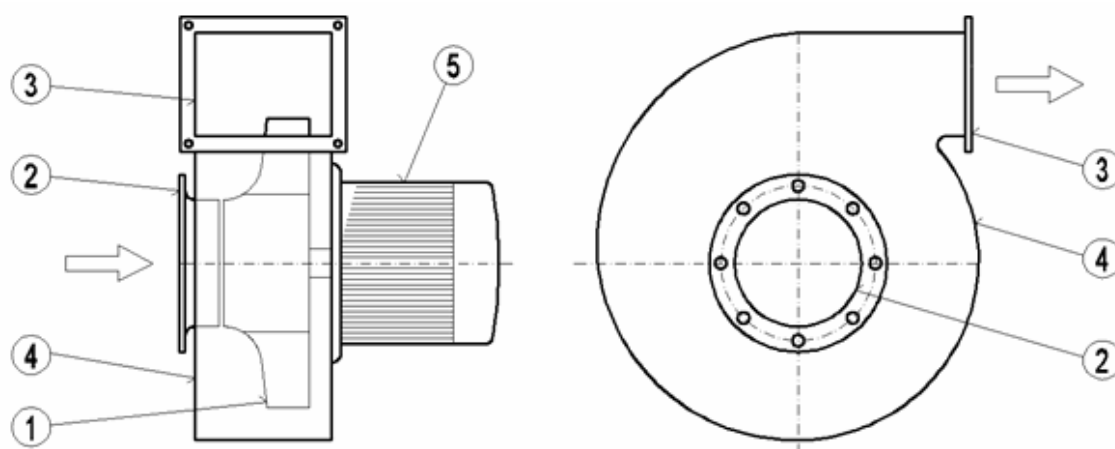
Obrázek 20 Schéma diametrálního ventilátoru

Radiální ventilátory

Jsou nejčastěji používány pro rozsáhlejší klimatizační zařízení pro úpravy vzduchu [5]. Radiální ventilátory dále dělíme podle celkového dopravního tlaku následovně, jak ilustruje tabulka 2.

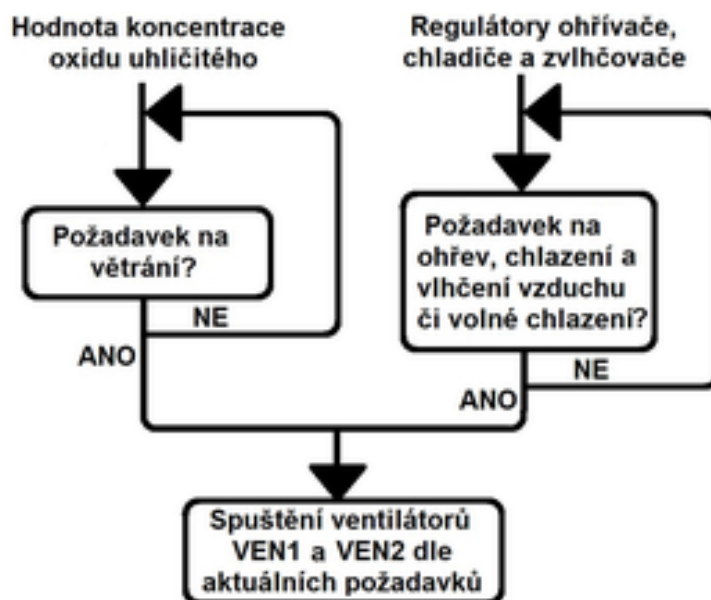
Tabulka 3 Dělení radiálních ventilátorů podle celkového dopravního tlaku

Nízkotlaké	$\Delta p < 1000 \text{ Pa}$
Středotlaké	$\Delta p = 1000 \text{ až } 3000 \text{ Pa}$
Vysokotlaké	$\Delta p > 3000 \text{ Pa}$



Obrázek 21 Schéma radiálního ventilátoru

Ventilátor, jak již bylo zmíněno, zajišťuje průtok vzduchu, který je zapotřebí dopravit do vnitřního prostoru. Avšak během svého působení se musí vyrovnat s tlakovými ztrátami, které jsou dány celkovým dopravním tlakem tohoto zařízení. Ke spuštění ventilátoru dochází v případě, že dojde k situaci, kdy je zapotřebí dopravit do vnitřního prostředí vzduch. Tedy dostane-li ventilátor požadavek od některého z regulátorů vytápění, chlazení, zvlhčování nebo dokonce i pouhého větrání, začne pracovat [7]. Obrázek č. 19 ilustruje zjednodušený model, jak ventilátor funguje.



Obrázek 22 Řízení ventilátorů

1.2.7 Zvlhčovače

Pro zjištění požadované vlhkosti vzduchu ve větraném prostoru jsou využívány právě zvlhčovače. Mezi dva základní způsoby zvlhčování vzduchu patří zvlhčovače vodní a parní [5].

Parní zvlhčovače

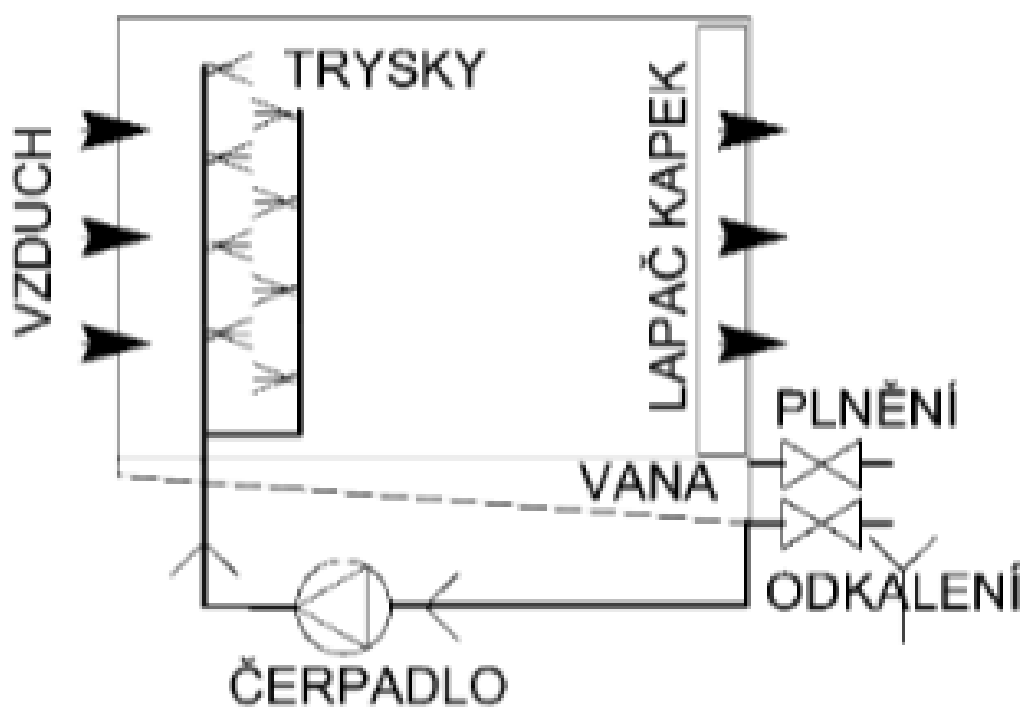
V případě parních zvlhčovačů probíhá vlhčení vzduchu pomocí mísení vzduchu se sytou nebo mírně přehřátou párou. U distribuce páry však musí být brát zřetel na to, aby nedocházelo ke kondenzaci páry na stěnách potrubí. Jinými slovy, musí dojít k co nejlepšímu promísení páry a vzduchu. Není-li pára k dispozici, musí parní zvlhčovač navíc obsahovat vyvíječe páry, které jsou dvojího druhu, elektrodové vyvíječe a elektrické odporové vyvíječe [5].



Obrázek 23 Parní zvlhčovač Condair RS

Vodní zvlhčovače

Zvlhčování vzduchu vodou probíhá tak, že se z vodní hladiny (případně povrchu kapek) odpařuje voda a z okolního prostředí se odebírá teplo, čímž klesá teplota. Pro vodní zvlhčovače bývají využívány tzv. sprchové pračky, ve kterých je voda rozstříkována tryskami do vzduchu, kde dochází k odpařování z povrchu kapek. Takto dojde jak ke zvýšení vlhkosti ve vnitřním prostoru, tak i poklesu teploty vzduchu [5].



Obrázek 24 Schéma sprchové pračky Směšovací komora

Směšovací komora, jak již z jejího názvu vyplývá, slouží ke směšování vzduchu. Přesněji je jejím úkolem smísit dva proudy vzduchu, venkovního (čerstvého) a vnitřního (oběhového z interiéru), ve stanoveném poměru, který se reguluje uvnitř směšovací komory pomocí klapky [7].

1.2.8 Směšovací komora

Směšovací komora, jak již z jejího názvu vyplývá, slouží ke směšování vzduchu. Přesněji je jejím úkolem smísit dva proudy vzduchu, venkovního (čerstvého) a vnitřního (oběhového z interiéru), ve stanoveném poměru, který se reguluje uvnitř směšovací komory pomocí klapky. [3]

1.3 Režimy vzduchotechnické jednotky

Model vzduchotechnické jednotky může fungovat ve třech módech, v závislosti na volbě uživatele jednotky:

- **Obsazeno** – v tomto režimu je základním předpokladem přítomnost lidí v objektu, a proto je teplota vzduchu v místnosti udržována na stabilní teplotě, kterou si zvolil

uživatel, avšak doporučená teplota vzduchu v místnosti za předpokladu, že venkovní teplota je menší než 22 °C, je 22 °C.

- **Neobsazeno** – v tomto módu se naopak nepředpokládá přítomnost lidí v místnosti, a proto se automaticky teplota vzduchu uvnitř reguluje na 18 °C, avšak v závislosti na venkovní teplotě, které se případně přizpůsobuje.
- **Vypnuto** – v tomto režimu jednotka nepracuje [7].

1.4 Volba vhodné jednotky

Pro návrh vhodné VZT jednotky a jejího následného zařízení je nutné brát ohled na určité parametry. Pro návrh vzduchotechnického zařízení je důležitý návrh podkladů, které se soustředí zejména na požadované parametry vnitřního prostředí, vlastnosti budovy, vnitřní zdroje tepla a vlhkosti a parametry venkovního prostředí. Jejich vlastnosti a parametry jsou dále formulovány v normách a zákonech [5].

Pro parametry vnitřního prostředí je důležitá zejména teplota vzduchu t (měřena ve °C), relativní vlhkost vzduchu φ (%). Kvalitu ovzduší charakterizují koncentrace znečišťujících látek (plyny, páry, tuhé i kapalně částice ve vnitřním prostředí), fyzikální a chemické vlastnosti znečišťujících látek a případně i velikost částic pro tuhé a kapalně částice [5].

Vlastnosti budovy hrají také důležitou roli při návrhu VZT zařízení, neboť je nutné znát projektové a prostorové řešení nejen budovy ale i samostatných místností, orientaci budovy a tepelně-technické vlastnosti stavební konstrukce, které jsou obsaženy v normách ČSN. Pro parametry venkovního prostředí je dále zapotřebí znát venkovní klima (teplotu vzduchu, relativní vlhkost vzduchu, směr, rychlost a intenzitu větru apod.) a kvalitu venkovního ovzduší (emisní a imisní údaje) [5].

Pro volbu vhodné VZT jednotky je pak nutno vybrat vyhovující druh VZT jednotky dle technického provedení a umístění. V úvahu pak připadají jednotky sestavné či kompaktní, interiérové či venkovní. Mimo to jsou pro volbu VZT jednotky důležité parametry pro zajištění velikosti, a to návrhový objemový průtok přiváděného vzduchu a objemové průtoky čerstvého cirkulačního vzduchu. Pro upřesnění jednotlivých částí VZT jednotky se nesmí opomenout tlakové ztráty potrubí rozvádějící vzduch v budově, tlakové ztráty potrubí odvodu vzduchu z budovy, tepelné výkony ohříváčů a chladičů vzduchu apod. [9].

1.5 Příklady vzduchotechnických jednotek

V této kapitole budou představeny některé z možných VZT jednotek, na kterých bude blíže přiblíženo fungování jednotlivých komor uvedených výše. Jedná se o tyto příklady:

- jednotka přetlakového větrání;
- rovnotlaká větrací jednotka;
- jednotka teplovzdušného vytápění;
- klimatizační jednotka.

Základní části hlavních typů VZT jednotek ilustruje tabulka č.3

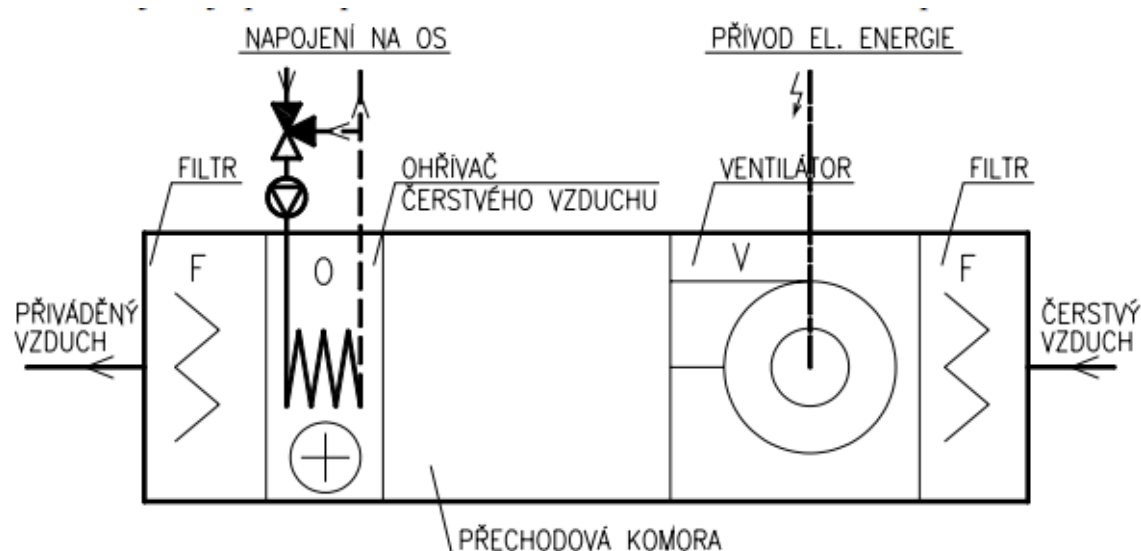
Tabulka 4 Základní části hlavních vzduchotechnických jednotek

Větrací jednotka	Jednotka teplovzdušného vytápění	Jednotka klimatizace
Filtry	Filtry	Filtry
Ventilátor pro přívod vzduchu	Ventilátor pro přívod vzduchu	Ventilátor pro přívod vzduchu
Ventilátor pro odvod vzduchu	Ventilátor pro odvod vzduchu	Ventilátor pro odvod vzduchu
Výměník ZZT	Výměník ZZT	Výměník ZZT
Ohřívač teplého vzduchu	Směšovací komora	Směšovací komora
	Ohřívač příváděného vzduchu	Ohřívač příváděného vzduchu
		Chladič příváděného vzduchu
		Zvlhčovací systém
		Eliminátor kapek

1.5.1 Jednotka přetlakového větrání

Jednotka přetlakového větrání slouží pouze k přívodu čerstvého vzduchu do větraného prostoru. Jejími základními částmi jsou filtr, ventilátor, přechodová komora a ohřívač vzduchu. Jednotka je řešená jako přetlaková a odvod odpadního vzduhu z místnosti je řešen okny, otvory ve fasádě či odtahovými ventilátory [9].

Filtr je do jednotky umístěn z důvodu zkvalitnění vzduchu pro větrání a je osazen na vstupu čerstvého venkovního vzduchu. Ventilátor zde poté dopravuje vzduch, přesněji určité množství vzduchu pro překonání tlakových ztrát systému potrubí. Pracovní část ventilátoru je složena z oběžného kola, jehož základní vlastnosti udává tvar a počet lopatek. Vnější plášť oběžného kola, tzv. spirální skříň, tvoří ochranný prvek této části. Pohon oběžnému kolu dodává elektromotor. Mezi nejdůležitější parametry ventilátoru patří rozměry, účinnost, hlučnost, množství regulace výkonu a maximální teplota příváděného vzduchu. Pro zklidnění a stabilizování proudu vzduchu za ventilátorem je umístěna přechodová komora. Dále je v jednotce umístěn ohřívač vzduchu, který dopomůže k dosažené teploty na požadovanou hodnotu [9].

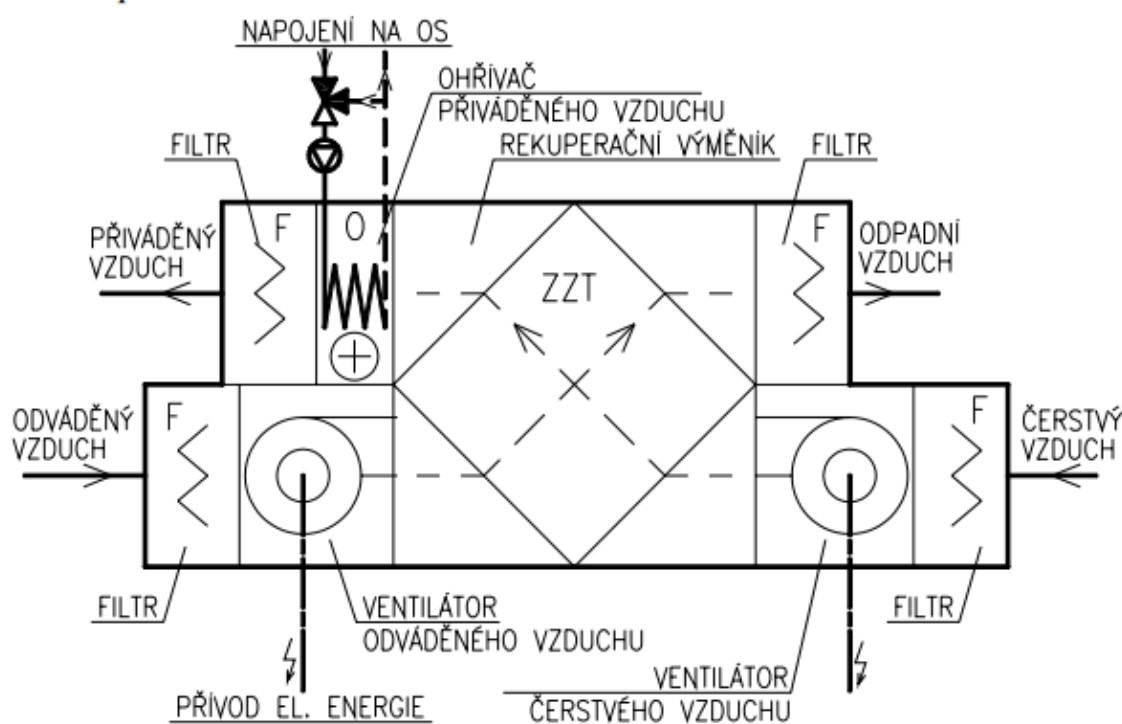


Obrázek 25 Jednotka přívodu vzduchu

1.5.2 Rovnotlaká větrací jednotka

Pro zajištění jak přívodu čerstvého vzduchu, tak i odvodu odpadního vzduchu slouží rovnovážná větrací jednotka, jež je složena z filtrů, ventilátoru, ohřívače vzduchu a výměníků pro zpětné získávání tepla. Tato jednotka funguje podobně jako jednotka přetlakového větrání, avšak rozdíl je v tom, že navíc obsahuje ZZT, který využívá odpadní vzduch k buď to předehřátí nebo ochlazení dopraveného vzduchu. Využitím ZZT dojde k vylepšení celkové energetické bilance systému [9].

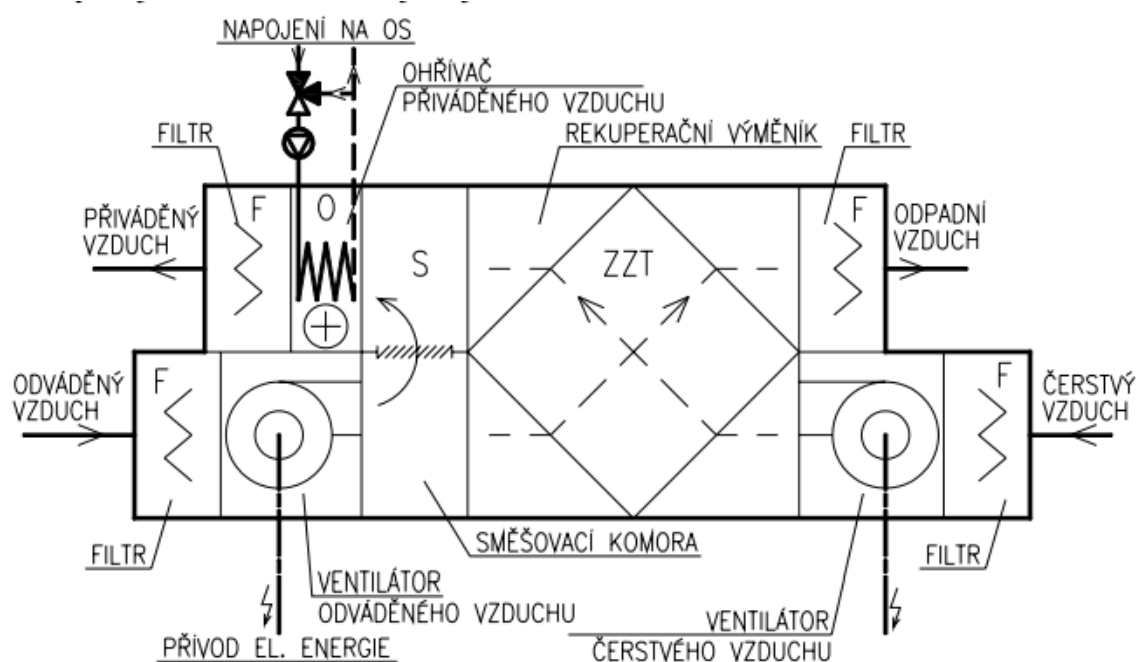
Ventilátory jsou zde dva samostatně stojící – ventilátor pro přiváděný vzduch a ventilátor pro odpadní odváděný vzduch. Filtry musí být opět uloženy minimálně na vstupech čerstvého a odváděného vzduchu, avšak pro vyšší filtraci možno umístit zvýšenou filtraci na výstupech. Výměníky pro zpětné získávání tepla využívají teplo, které se přenáší znečištěným odpadním vzduchem a také slouží jako předehřev čerstvého vzduchu přiváděného z venku. U tohoto příkladu VZT jednotky je využit rekuperační výměník ZZT, který zajistí teplotní získání tepla. Využití ZZT však s sebou nese možnou nepříjemnost v podobě zamrznutí výměníku v zimním období, neboť v zimním provozu dochází ke kondenzaci vodní páry z odpadního vzduchu [9].



Obrázek 26 Rovnotlaká větrací jednotka

1.5.3 Jednotka teplovzdušného vytápění

Jednotka teplovzdušného vytápění zajišťuje krytí tepelné ztráty prostoru a obvykle zajišťuje zároveň i větrání. Jejím základními částmi jsou ventilátor, filtr, ohřivač vzduchu, ZZT a směšovací komora. Účel a fungování jednotlivých komor je již znám z předchozího textu, a ani v případě této jednotky není odlišný. V tomto příkladu jednotky se však objevuje také směšovací komora, která mísí čerstvý a cirkulační vzduch v předem přednastaveném poměru. Komora má obvykle samostatné vstupy jak pro čerstvý, tak i cirkulační vzduch, které jsou opatřeny klapkami regulující poměr jednotlivých proudů vzduchu. Tyto klapky jsou dále ovládány elektropohony [9].

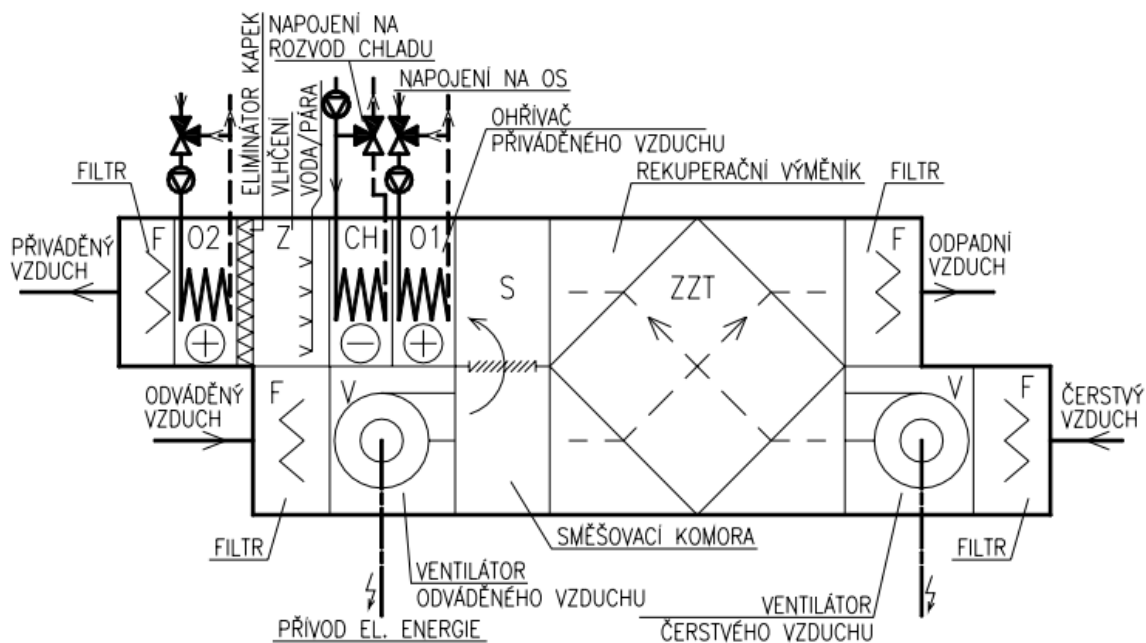


1.5.4 Klimatizační jednotka

Klimatizační jednotka tvoří ucelený a komplexní systém pro úpravy vzduchu včetně přívodu čerstvého venkovního vzduchu. Kvalita je upravována zejména filtry a ionizací. Teplotu vzduchu ovlivňují chladiče a ohřivače a případné úpravy vlhkosti je zajištěno vlhčením a odvlhčováním. Základní komory této jednotky jsou filtry, ventilátory, ohřivače vzduchu, ZZT, směšovací komora, chladiče [9].

V klimatizační jednotce může být využita dvojice ohřivačů. První ohřivač slouží k předehtřívání vzduchu v zimě před vlhčením, druhý pro dohřívání. V klimatizačním jednotkách dochází k procesům vlhčení a odvlhčování. Vlhčení probíhá za účelem zvýšení vlhkosti příváděného vzduchu. Jinými slovy je zapotřebí dostat do vzduchu dostatečné množství vody a zároveň nedosáhnout meze sytosti. Mimo svůj hlavní účel vlhčení vzduchu, dochází také k čištění prostředí od prachových a plyných částic. U zvlhčovací komory je potřeba napojit je na odvod kondenzátu do kanalizace a zároveň by měl být za tuto komoru uložen eliminátor kapek pro zamezení jejich

průchodu do jiných částí. Opačný proces zvlhčování je odvlhčování, při kterém dochází k cílenému snižování vlhkosti proudu vzduchu [9].



Obrázek 28 Klimatizační jednotka

2 VÝPOČTOVÁ ČÁST

2.1 Analýza objektu

Objektem je novostavba administrativní budovy v obci Náchod v Královéhradeckém kraji.

Jedná se o čtyřpodlažní budovu s plochou jednoplášťovou střechou. Konstrukční systém je skeletový. Objekt má členitou fasádu s mnoha lodžiemi, které vytvářejí architektonicky zajímavý objekt. Na fasádě je umístěno také mnoho plastových oken, která zajišťují proslunění vnitřních prostor. Hlavní vstup je orientován jihozápadně.

Uvnitř objektu se nachází především kancelářské, komunikační a hygienické prostory.

Předmětem bakalářské práce je návrh vzduchotechniky dvou funkčních celků ve 3. NP tohoto objektu. Konkrétně se jedná o funkční celky jedna a dva.

2.1.1 Přehled zařízení

Zařízení 1

Zásobuje zasedací místnost, která bude využívána nárazově velkým počtem osob.

Celková podlahová plocha: 74,42 m²

Celkový objem celku: 223,26 m³

Zařízení 2

Zásobuje hygienické zázemí a komunikační prostory (chodbu a schodiště). Tyto prostory jsou bez oken a uvnitř dispozice.

Celková podlahová plocha: 217,54 m²

Celkový objem celku: 652,62 m³

Zařízení 3

Zásobuje drobnou kuchyňku.

Celková podlahová plocha: 44,28 m²

Celkový objem celku: 132,84 m³

Zařízení 4

Zásobuje kanceláře podobné či stejné velikosti. Tyto prostory jsou dostatečně velké a zasahují hluboko do dispozice.

Celková podlahová plocha: 462,24 m²

Celkový objem celku: 1386,72 m³



Obrázek 29 Schéma funkčních celků

2.1.2 Návrhové parametry vnějšího prostředí

Tabulka 5 Návrhové parametry vnějšího vzduchu

Tabulka A.3.18 – Náchod

(vztažná nadmořská výška 413 m,; průměrný tlak vzduchu 96,7 kPa)

	Teplé období roku			Chladné období roku	
Percentil (procento výskytu)	99,6 %	99 %	98 %	0,4 %	1 %
Teplota venkovního vzduchu (°C)	33,7	32,3	31,0	-20,9	-17,5
Entalpie venkovního vzduchu (kJ/kg s.v.)	74,3	70,1	65,7	–	–
Absolutní extrémy	Maximum			Minimum	
Teplota venkovního vzduchu (°C)	37,0			-26,3	
Entalpie venkovního vzduchu (kJ/kg s.v.)	98,4			-25,9	

- Místo stavby: Náchod
- Letní období: $t_{eL} = 32,3 \text{ °C}$ $\varphi_{eL} = 47 \%$ $h_{eL} = 70,1 \text{ kJ/kg}$
- Zimní období: $t_{eZ} = -20,9 \text{ °C}$ $\varphi_{eZ} = 95 \%$

2.1.3 Návrhové parametry vnitřního prostředí

Tabulka 6 Energetický výdej osob dle charakteru práce [1]

Třída	Druh práce	M [W*m ⁻²]
I	Práce vsedě s minimální celotělovou pohybovou aktivitou, kancelářské administrativní práce, kontrolní činnost v dozornách a velínech, psaní na stroji, práce s PC, laboratorní práce, sestavování nebo třídění drobných lehkých předmětů.	≤ 80
IIa	Práce převážně vsedě spojená s lehkou manuální prací rukou a paží, řízení osobního vozidla, a některých drážních vozidel, přesouvání lehkých břemen nebo překonávání malých odporů, automatizované strojní opracovávání a montáž malých lehkých dílců, kusová práce nástrojářů a mechaniků, pokladní.	81 až 105
IIb	Práce spojená s řízením nákladního vozidla, traktoru, autobusu, trolejbusu, tramvaje a některých drážních vozidel a práce řidičů spojená s vykládkou a nakládkou. Převažující práce vstojе s trvalým zapojením obou rukou, paží a nohou - dělnice v potravinářské výrobě, mechanici, strojní opracování a montáž středně těžkých dílců, práce na ručním lisu. Práce vstojе s trvalým zapojením obou rukou, paží a nohou spojená s přenášením břemen do 10 kg prodávací, lakýrníci, svařování, soustružení, strojové vrtání, dělník v ocelárně, valciř hutních materiálů, tažení nebo tlačení lehkých vozíků. Práce spojená s ruční manipulací s živým břemenem, práce zdravotní sestry nebo ošetřovatelky u lůžka.	106 až 130
IIIa	Práce vstojе s trvalým zapojením obou horních končetin občas v předklonu nebo vleče, chůze - údržba strojů, mechanici, obsluha koksové baterie, práce ve stavebnictví - ukládání panelů na stavbách pomocí mechanizace, skladníci s občasným přenášením břemen do 15 kg, řezníci na jatkách, zpracování masa, pekaři, malíři pokojů, operátoři poloautomatických strojů, montážní práce na montážních linkách v automobilovém průmyslu, výroba kabeláže pro automobily, obsluha válcovacích tratí v kovoprůmyslu, hutní údržba, průmyslové žehlení prádla, čištění oken, ruční úklid velkých ploch, strojní výroba v dřevozpracujícím průmyslu.	131 až 160
IIIb	Práce vstojе s trvalým zapojením obou horních končetin, trupu, chůze, práce ve stavebnictví při tradiční výstavbě, čištění menších odlitků sbíječkou a broušením, příprava forem na 15 až 50 kg odlitky, foukači skla při výrobě velkých kusů, obsluha gumárenských lisů, práce na lisu v kovárnách, chůze po zvlněném terénu bez zátěže, zahradnické práce a práce	161 až 200
Iva	Práce spojená s rozsáhlou činností svalstva trupu, horních i dolních končetin - práce ve stavebnictví, práce s lopatou ve vzpřímené poloze, přenášení břemen o váze 25 kg, práce se sbíječkou, práce v lesnictví s jednomužnou motorovou pilou, svoz dřeva, práce v dole - chůze po rovině a v úklonu do 15°, práce ve slévárnách, čištění a broušení velkých odlitků, příprava forem pro velké odlitky, strojní kování menších kusů, plnění tlakových nádob plyny.	201 až 250
Ivb	Práce spojené s rozsáhlou a intenzivní činností svalstva trupu, horních i dolních končetin - práce na pracovištích hlubinných dolů - ražba, těžba, doprava, práce v lomech, práce v zemědělství s vysokým podílem ruční práce, strojní kování větších kusů.	251 až 300
V	Práce spojené s rozsáhlou a velmi intenzivní činností svalstva trupu, horních i dolních končetin- transport těžkých břemen např. pytlů s cementem, výkopové práce, práce sekerou při těžbě dřeva, chůze v úklonu 15 až 30°, ruční kování velkých kusů, práce na pracovištích hlubinných dolů s ruční ražbou v nízkých profilech důlních děl.	301 a více

Tabulka 7 Technologické požadavky [1]

Třída práce	Energetický výdej M [W*m ⁻²]	t _{o min} nebo t _{g min} [°C]	t _{o max} nebo t _{g max} [°C]	Rychlost proudění vzduchu v _a [m*s ⁻¹]	Relativní vlhkost vzduchu Rh [%]
I	≤ 80	20	27	0,01 až 0,02	30 až 70
IIa	81 až 105	18	26		30 až 70
IIb	106 až 130	14	32	0,05 až 0,3	30 až 70
IIIa	131 až 160	10	30		30 až 70
IIIb	161 až 200	10	26	0,1	30 až 70
Iva	201 až 250	10	24	až 0,5	30 až 70
Ivb	251 až 300	10	20		30 až 70
V	301 a více	10	20		30 až 70

Tabulka 8 Příпустné hodnoty mikroklimatických podmínek [1]

Příпустné hodnoty nastavení mikroklimatických podmínek pro klimatizované pracoviště třídy I a IIa

Třída práce	M [W*m ⁻²]	Kategorie	Klimatizované pracoviště				v _a [m*s ⁻¹]	R _h [%]
			t _{o min} (t _{g min}) [°C]		t _{o max} (t _{g max}) [°C]			
I	≤ 80		22		24,5		0,05 až 0,2	30 až 70
		A	±1,0		±1,0			
		B	±1,5		+1,5	-1,0		
		C	+2,5	-2,0	+2,5	-2,0		
IIa	81 - 105		20		23			
		A	±1,0		±1,0			
		B	±1,5		+1,5	-1,0		
		C	+2,5	-2,0	+2,5	-2,0		

Zařízení 1

- Letní období: t_{il}= 25,0 °C φ_{il}= 30–70 %
- Zimní období: t_{iz}= 21,0 °C φ_{iz}= 30–70 %

Zařízení 2

- Letní období: t_{il}= 25,0 °C
- Zimní období: t_{iz}= 21,0 °C

2.2 Tepelná zátěž

Výpočet tepelné zátěže byl proveden v softwaru Teruna a také zjednodušeným výpočtem v softwaru Microsoft Excel.

Tepelná produkce lidí

$$\begin{aligned}Q_{LI} &= n_l \cdot 6,2 \cdot (36 - t_i) \\Q_{LI} &= 58 \cdot 6,2 \cdot (36 - 25) \\Q_{LI} &= 3956 \text{ W}\end{aligned}\tag{1.1}$$

Tepelná produkce svítidel

$$\begin{aligned}Q_{SV} &= S_S \cdot P_S \cdot c_1 \cdot c_2 \\Q_{SV} &= 37,22 \cdot 7 \cdot 1 \cdot 1 \\Q_{SV} &= 261 \text{ W}\end{aligned}\tag{1.2}$$

Tepelná produkce technologií

$$\begin{aligned}Q_{TE} &= \sum_j Q_{TE,i} \\Q_{TE} &= 135 + 40 \\Q_{TE} &= 175 \text{ W}\end{aligned}\tag{1.3}$$

Vodní zisky

$$\begin{aligned}M_W &= n_l \cdot m_l \\M_W &= 58 \cdot 107 \\M_W &= 6206 \frac{\text{g}}{\text{h}}\end{aligned}\tag{1.4}$$

Tepelná zátěž vnějšími stěnami

Severovýchodní fasáda

$$\begin{aligned}Q_{S,SV} &= U_S \cdot S \cdot [(t_{rm} - t_i) + m \cdot (t_{r\psi} - t_{rm})] \\Q_{S,SV} &= 0,18 \cdot 29,24 \cdot [(36,8 - 25) + 0,10871 \cdot (34,4 - 36,8)] \\Q_{S,SV} &= 61 \text{ W}\end{aligned}\tag{1.5}$$

Jihovýchodní fasáda

$$\begin{aligned}Q_{S,JV} &= U_S \cdot S \cdot [(t_{rm} - t_i) + m \cdot (t_{r\psi} - t_{rm})] \\Q_{S,JV} &= 0,18 \cdot 29,88 \cdot [(35,8 - 25) + 0,10871 \cdot (34,4 - 35,8)] \\Q_{S,JV} &= 57 \text{ W}\end{aligned}\tag{1.6}$$

Celkem

$$\begin{aligned}Q_S &= Q_{S,SV} + Q_{S,JV} \\Q_S &= 61 + 57 \\Q_S &= 118 \text{ W}\end{aligned}\tag{1.7}$$

Tepelná zátěž okny

Osluněná plocha okna SV

$$\begin{aligned} S_{OS} &= [l_a - (e_1 - f)] \cdot [l_b - (e_2 - g)] \\ S_{OS} &= [5,6 - (2,127 - 0,1)] \cdot [2,75 \cdot (2,113 - 0,1)] \\ S_{OS} &= 2,64 \text{ m}^2 \end{aligned} \quad (1.8)$$

$$\begin{aligned} e_1 &= c \cdot \tan|\alpha - \gamma| \\ e_1 &= 4 \cdot \tan(80 - 88) \\ e_1 &= 2,127 \text{ m} \end{aligned} \quad (1.9)$$

$$\begin{aligned} e_2 &= d \cdot \frac{\tan|h|}{\cos|\alpha - \gamma|} \\ e_2 &= 4 \cdot \frac{\tan|25|}{\cos|60 - 88|} \\ e_2 &= 2,113 \text{ m} \end{aligned} \quad (1.10)$$

Tepelný zisk radiací pro jedno okno SV

$$\begin{aligned} Q_{OR,SV} &= [S_{OS} \cdot I_o \cdot c_o + (S_o - S_{OS}) \cdot I_{o,dif}] \\ Q_{OR,SV} &= [2,64 \cdot 361 \cdot 0,85 + (15,4 - 2,64) \cdot 80] \cdot 0,425 \\ Q_{OR,SV} &= 778 \text{ W} \end{aligned} \quad (1.11)$$

Osluněná plocha okna JV

$$\begin{aligned} S_{OS} &= [l_a - (e_1 - f)] \cdot [l_b - (e_2 - g)] \\ S_{OS} &= [1,5 - (0,376 - 0,1)] \cdot [1,5 \cdot (0,199 - 0,1)] \\ S_{OS} &= 1,72 \text{ m}^2 \end{aligned} \quad (1.12)$$

$$\begin{aligned} e_1 &= c \cdot \tan|\alpha - \gamma| \\ e_1 &= 0,2 \cdot \tan(150 - 88) \\ e_1 &= 0,376 \text{ m} \end{aligned} \quad (1.13)$$

$$\begin{aligned} e_2 &= d \cdot \frac{\tan|h|}{\cos|\alpha - \gamma|} \\ e_2 &= 4 \cdot \frac{\tan|25|}{\cos|150 - 88|} \\ e_2 &= 0,199 \text{ m} \end{aligned} \quad (1.14)$$

Tepelný zisk radiací pro jedno okno JV

$$\begin{aligned}Q_{OR,JV} &= [S_{OS} \cdot I_O \cdot c_O + (S_O - S_{OS}) \cdot I_{O,dif}] \\Q_{OR,JV} &= [1,72 \cdot 335 \cdot 0,85 + (2,25 - 1,72) \cdot 80] \cdot 0,425 \\Q_{OR,JV} &= 226 \text{ W}\end{aligned} \quad (1.15)$$

Tepelný zisk radiací všech oken v místnosti

$$\begin{aligned}Q_{OR} &= 1 \cdot Q_{OR,SV} + 2 \cdot Q_{OR,JV} \\Q_{OR} &= 1 \cdot 778 + 2 \cdot 226 \\Q_{OR} &= 1229 \text{ W}\end{aligned} \quad (1.16)$$

Tepelný zisk oken konvekcí SV

$$\begin{aligned}Q_{OK,SV} &= S_{OK} \cdot U_O \cdot (t_e - t_i) \\Q_{OK,SV} &= 15,4 \cdot 0,8 \cdot (32,3 - 25) \\Q_{OK,SV} &= 90 \text{ W}\end{aligned} \quad (1.17)$$

Tepelný zisk oken konvekcí JV

$$\begin{aligned}Q_{OK,JV} &= S_{OK} \cdot U_O \cdot (t_e - t_i) \\Q_{OK,JV} &= 2,25 \cdot 0,8 \cdot (32,3 - 25) \\Q_{OK,JV} &= 26 \text{ W}\end{aligned} \quad (1.18)$$

Tepelný zisk radiací všech oken v místnosti

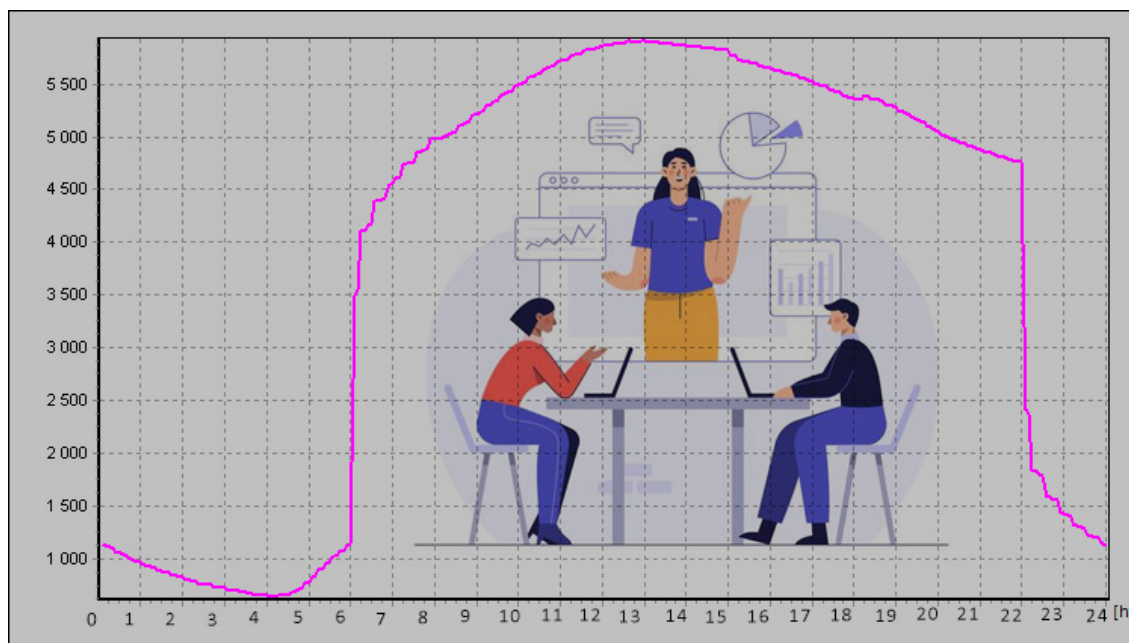
$$\begin{aligned}Q_{OK} &= 1 \cdot Q_{OK,SV} + 2 \cdot Q_{OK,JV} \\Q_{OK} &= 1 \cdot 90 + 2 \cdot 26 \\Q_{OK} &= 142 \text{ W}\end{aligned} \quad (1.19)$$

Celkové tepelné zisky oken

$$\begin{aligned}Q_O &= Q_{OR} + Q_{OK} \\Q_O &= 1229 + 142 \\Q_O &= 1371 \text{ W}\end{aligned} \quad (1.20)$$

Celková tepelná zátěž

$$\begin{aligned}Q_L &= Q_{LI} + Q_{SV} + Q_{TE} + Q_S + Q_O \\Q_L &= 3956 + 261 + 175 + 118 + 1371 \\Q_L &= 5880 \text{ W}\end{aligned} \quad (1.21)$$



Obrázek 30 Výpočet tepelné zátěže v softwaru Teruna

Výpočtem tepelné zátěže v softwaru Teruna bylo dosaženo stejných hodnot.

2.3 Tepelné ztráty

Výpočet tepelných ztrát byl proveden pro zařízení č. 1 obsluhující zasedací místnost. Jelikož se místnost nachází ve 3. NP a v sousedních místnostech i podlažích se uvažuje s podobným provozem a teplotou interiéru, nebyl proveden výpočet měrného tepelného toku do prostor s rozdílnou teplotou ani výpočet měrného tepelného toku do zeminy.

Tabulka 9 Tepelné ztráty zařízení č. 1

Měrný tepelný tok prostupem z vytápěného do venkovního prostředí [W/K]								
$H_{T,ie} = A_K * (U_K + \Delta U_S) * f_{u,k} * f_{ie,k}$								
Ozn. Kce	Popis	A_K	U_K	ΔU_S	$U_K + \Delta U_S$	$f_{U,k}$	$f_{ie,k}$	$H_{T,ie}$
SO	Stěna ochlazovaná	71,0	0,18	0,02	0,20	1	1	14,1
O _{SV}	Okno severovýchod	15,4	0,80	0,00	0,80	1	1	12,3
O _{JV}	Okno jihovýchod	4,5	0,80	0,00	0,80	1	1	3,6
Celkový měrný tepelný tok prostupem z vytápěného do venkovního prostředí [W/K]								30,0

Celkový měrný tepelný tok: $H_{T,i} = H_{T,ie} + H_{T,ia} + H_{T,ig}$				
	$H_{T,ie}$	$H_{T,ia}$	$H_{T,ig}$	$H_{T,i}$ [W/K]
	30,0	0,0	0,0	30

Celková tepelná ztráta prostupem: $Q_{zi} = H_{T,i} * (t_i - t_e)$				
t_i	t_e	$t_i - t_e$	$H_{T,i}$	Q_z [W]
25	-20,9	45,9	30,0	1376

2.4 Průtoky vzduchu

Zařízení č. 1, které bude obsluhovat zasedací místnost, bude kromě přivádění čerstvého vzduchu také chladit v letním období. Zjistil se požadavek na objem přiváděného vzduchu dle počtu osob a požadavku na minimální množství přiváděného na pracoviště dle třídy a povahy práce. Dále byl proveden výpočet průtoku vzduchu na pokrytí tepelných zisků v létě. Byl proveden výpočet průtoku cirkulačního vzduchu a jeho poměr k celkovému průtoku vzduchu.

Zařízení č. 2, obsluhující chodbu a hygienické zázemí, pouze přivádí čerstvý vzduch. Z důvodu umístění a povahy obsluhovaného úseku jsou tepelné zisky a ztráty zanedbatelné. Objem přiváděného vzduchu byl vypočítán z objemu chodby a požadované výměny vzduchu. Objem odváděného vzduchu byl dán počtem zařizovacích předmětů v hygienickém zázemí a požadavkem na jejich odvětrání.

Obě zařízení jsou rovnotlaká, tedy objemy přiváděného vzduchu a odváděného vzduchu jsou shodné.

Tabulka 10 Minimální množství venkovního vzduchu přiváděného na pracoviště na osobu

Minimální množství venkovního vzduchu přiváděného na pracoviště
25 m³/h na jednoho zaměstnance vykonávajícího práci zařazenou do třídy I nebo IIa podle přílohy č. 1 k tomuto nařízení, části A, tabulky č. 1 na pracovišti bez přítomnosti chemických látek, prachů nebo jiných zdrojů znečištění
50 m³/h na jednoho zaměstnance vykonávajícího práci zařazenou do třídy I nebo IIa podle přílohy č. 1 k tomuto nařízení, části A, tabulky č. 1 na pracovišti s přítomností chemických látek, prachů nebo jiných zdrojů znečištění
70 m³/h na jednoho zaměstnance vykonávajícího práci zařazenou do tříd IIb, IIIa nebo IIIb podle přílohy č. 1 k tomuto nařízení, části A, tabulky č. 1
90 m³/h na jednoho zaměstnance vykonávajícího práci zařazenou do tříd IVa, IVb nebo V podle přílohy č. 1, části A, tabulky č. 1

Průtok vzduchu na pokrytí tepelné zátěže

$$V_{p,L} = \frac{Q_L}{\rho \cdot c \cdot \Delta t_{k,L}}$$

$$V_{p,L} = \frac{5880}{1,2 \cdot 1010 \cdot 7} \quad (1.22)$$

$$V_{p,L} = 0,693 \frac{m^3}{s} = 2495 \frac{m^3}{h}$$

Nový rozdíl teplot obecně

$$\Delta t_z = \frac{Q_z}{\rho \cdot c \cdot V_{p,L}}$$

$$\Delta t_z = \frac{1376}{1,2 \cdot 1010 \cdot 0,693} \quad (1.23)$$

$$\Delta t_z = 1,639 \text{ K}$$

Průtok čerstvého vzduchu

$$\begin{aligned}V_e &= \gamma_{min} \cdot n \\V_e &= 25 \cdot 58 \\V_e &= 1450 \frac{m^3}{h} = 0,403 \frac{m^3}{s}\end{aligned}\quad (1.24)$$

Průtok cirkulačního vzduchu

$$\begin{aligned}V_c &= V_{p,L} - V_e \\V_c &= 2495 - 1450 \\V_c &= 1045 \frac{m^3}{h} = 0,290 \frac{m^3}{s}\end{aligned}\quad (1.25)$$

Poměr cirkulačního a čerstvého vzduchu

$$\frac{V_c}{V_e} = \frac{1045}{1450} = 0,72 \quad (1.26)$$

Vlhkostní zátěž

$$\begin{aligned}\Delta x &= \frac{M_w}{\rho \cdot V_{p,L}} \\&= \frac{6206}{1,2 \cdot 5880} \\&= 2,073 \frac{g}{kg}\end{aligned}\quad (1.27)$$

Tabulka 11 Průtoky vzduchu zařízení č. 1

Zadání	Stanovení průtoku vzduchu
$S = 74,4 \text{ m}^2$	$V_{p,L} = 0,693 \text{ m}^3/\text{s} = 2495 \text{ m}^3/\text{h}$
$t_{i,L} = 25 \text{ }^\circ\text{C}$	$V_{p,Z} = 0,162 \text{ m}^3/\text{s} = 584 \text{ m}^3/\text{h}$
$t_{i,Z} = 21 \text{ }^\circ\text{C}$	$V_p = 0,693 \text{ m}^3/\text{s} = 2495 \text{ m}^3/\text{h}$
$h_{el} = 70,1 \text{ kJ/kg}$	Nový rozdíl teplot obecně
$Q_L = 5880 \text{ W}$	$\Delta t_z = 1,639 \text{ K}$
$Q_Z = 1376 \text{ W}$	Průtok čerstvého vzduchu
$M_w = 6206 \text{ g/h}$	$V_e = 0,403 \text{ m}^3/\text{s} = 1450 \text{ m}^3/\text{h}$
Topná látka o tep. spádu	Průtok cirkulačního vzduchu
$t_{m1} = 70 \text{ }^\circ\text{C}$	$V_c = 0,290 \text{ m}^3/\text{s} = 1045 \text{ m}^3/\text{h}$
$t_{m2} = 50 \text{ }^\circ\text{C}$	Poměr cirkulačního a čerstvého vzduchu
Chladicí látka o tep. Spádu	$V_c/V_e = 0,72$
$t_{w1} = 7 \text{ }^\circ\text{C}$	Pracovní rozdíl vlhkosti - odvlhčení vzduchu
$t_{w2} = 13 \text{ }^\circ\text{C}$	$\Delta x = 2,073 \text{ g/kg}$

Tabulka 12 Tabulka místností s průtoky vzduchu

VNĚJŠÍ OKRAJOVÉ PODMÍNKY														T _{EZ} = -20,9 °C T _{EL} = 32,3 °C h _{el} = 70,1 kJ/kg																											
ZADANÉ HODNOTY														VYPOČTENÉ HODNOTY																											
Číslo zařízení	Číslo místnosti	NÁZEV MÍSTNOSTI	PLOCHA [m ²]	S. V. PODHLED [m]	OBJEM [m ³]	POČET OSOB, ZARÍZENÍ	VZD/OSOBA, ZARÍZENÍ [m ³ /h]	POŽADOVANÁ VYMĚNA VZDUCHU [1/h]	LÉTO		ZIMA		TEPELNÁ BILANCE			PŘÍVOD						Δx	ODVOD																		
									t [°C]	φ [%]	t [°C]	φ [%]	VODNÍ ZISKY [g/h]	TEP. ZISKY [W]	TEP. ZTRÁTY [W]	HYG. VZD NA SPOTŘEBNÍ JEDNOTKU/VYMĚNU [m ³ /h]	VZD. NA KRYTÍ TEP. ZISKŮ [m ³ /h]	VZD. NA KRYTÍ TEP. ZTRÁT [m ³ /h]	VZD [m ³ /h]	LÉTO t [°C]	ZIMA t [°C]			VÝMĚNA [1/h]	ODVLHČENÍ [g/kg]																
1	313	Zasedací místnost	74,42	3,00	223,3	58	25		25	30 - 70	21	30 - 70	6206	5880	1376	1450	2495	584	2500	18	22	11,2	2,09	2500																	
2	310	Chodba	182,88	3,00	548,64	—	—	1,5	25		21		—	—	—	823	—	—	850	25			21	1,5	—																
	316	Předsíň WC muži	2,63		7,89	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—				—	—																
	317	WC muži	11,89		35,67	2	50	—	—	—	—	—	—	100	—	—	75	—	—	—				—	—																
						3	25	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—				—	—															
	318	Umývárna muži	2,10		6,30	1	30	—	—	25	—	21	—	—	—	—	30	—	—	—	25			21	—	—															
	319	Předsíň WC ženy	2,51		7,53	2	30	—	—	—	—	—	—	—	—	—	60	—	—	—				—	—																
320	WC ženy	11,73	35,19		4	50	—	—	—	—	—	—	—	—	—	200	—	—	—				—	—																	
321	WC invalidé	4,62	13,86		1	50	—	—	—	—	—	—	—	—	—	50	—	—	—	—				—	—																
					1	30	—	—	—	—	—	—	—	—	30	—	—	—	—	—	—				—	—															
														850														850													

2.5 Distribuční prvky

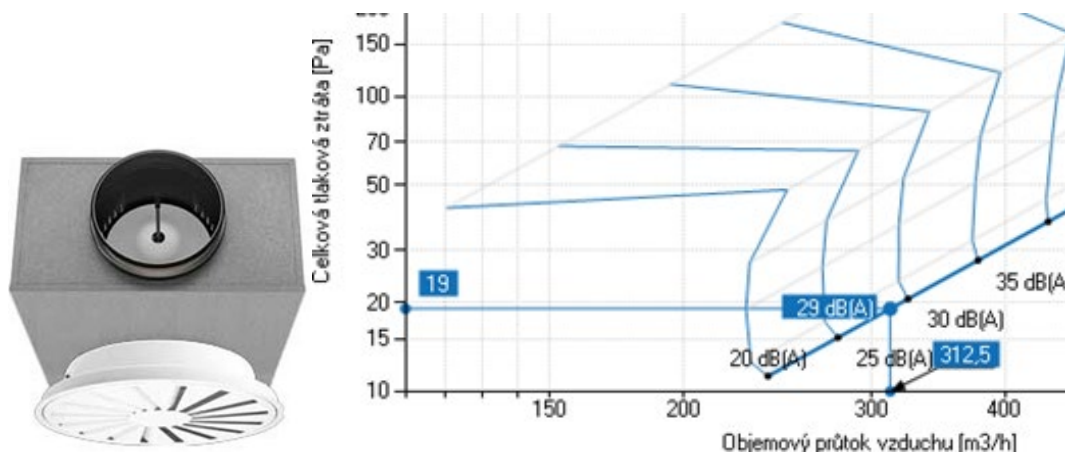
Při návrhu koncových elementů se bral ohled na plánovaný provoz. Prvky jsou k hlavnímu potrubí připojeny pomocí flexibilního připojovacího potrubí. Sledovanými veličinami byly tlakové ztráty a akustický výkon elementu. U přírodních prvků byla navíc zjišťována rychlost proudění vzduchu v úrovni výšky průměrného člověka. K výpočtu a výstupu těchto údajů sloužil software Lindqst firmy Lindab.

2.5.1 Zařízení č. 1

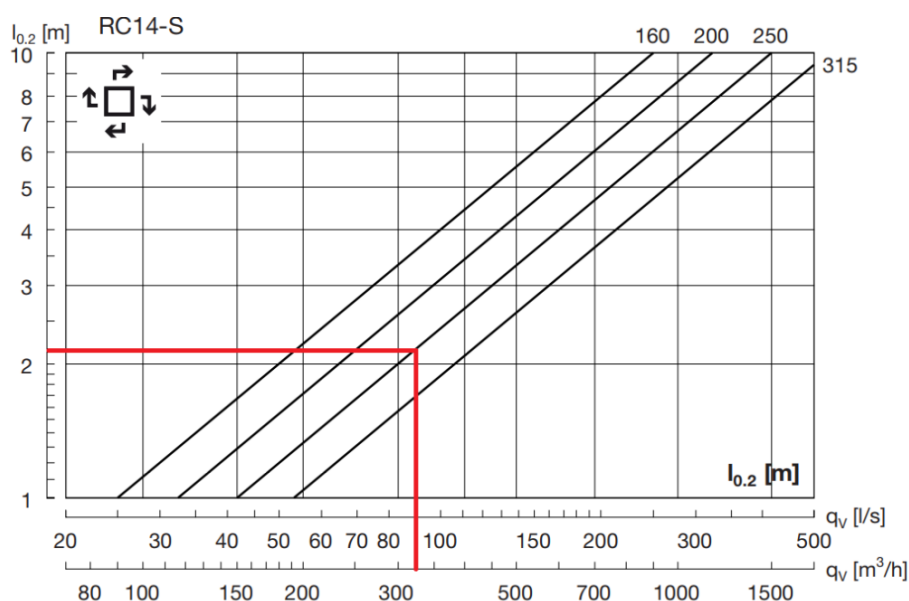
Koncovými elementy pro zařízení č. 1 jsou pro přívod i odvod vířivé výusti.

Zařízení č. 1 – přírodní vířivá výust' – zasedací místnost

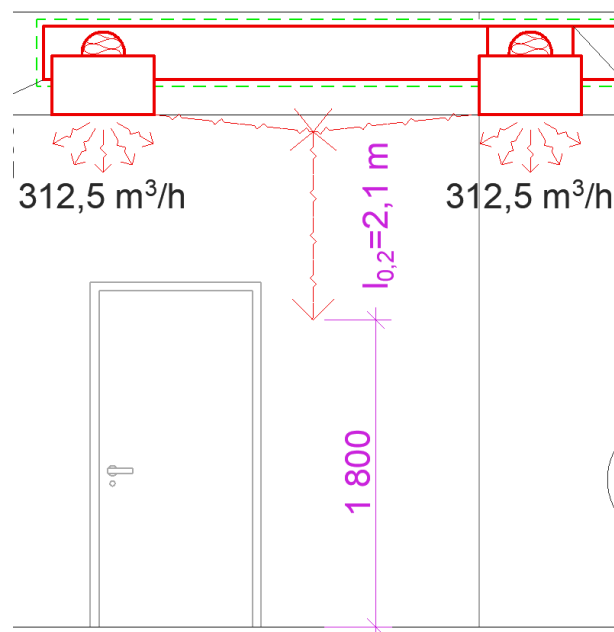
Přívod vzduchu do zasedací místnosti zajišťuje osm vířivých výustí Lindab RC14 s průtokem vzduchu 312,5 m³/h. Výusti poskytují rovnoměrný přívod čerstvého vzduchu nad oblast, kde budou sedět lidé. Rychlost vzduchu v pobytové oblasti bude menší nebo rovna 0,2 m/s, jak dokládá obrázek 29. Připojovací potrubí je průměru 250 mm.



Obrázek 31 Přívodní vířivá výust' 312,5 m³/h – zařízení č. 1



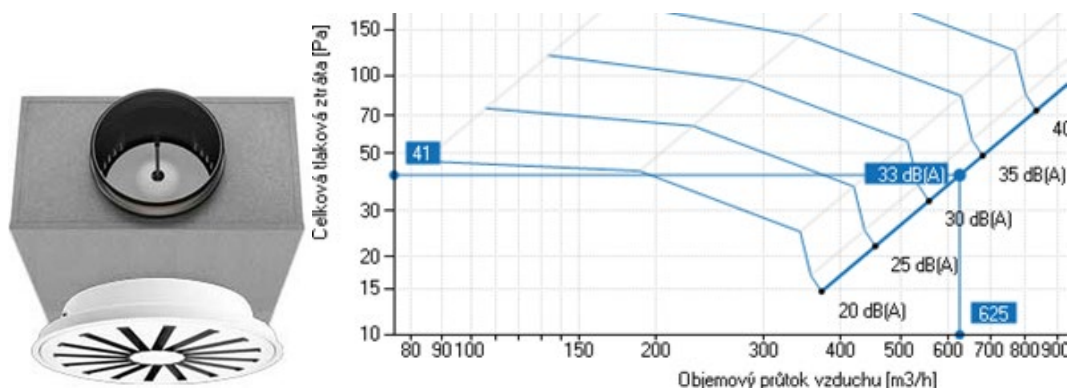
Obrázek 32 Graf vzdálenosti $l_{0,2}$



Obrázek 33 Vzdálenost proudu vzduchu při rychlosti 0,2 m/s, $l_{0,2} = 2,1$ m

Zařízení č. 1 – odvodní vířivá výúst' – zasedací místnost

Odvod vzduchu ze zasedací místnosti zajišťují čtyři vířivé výusti Lindab RC15 s průtokem vzduchu 625 m³/h. Výusti jsou umístěny tak, aby nedocházelo ke zkratu a využitý interiérový vzduch byl odváděn z oblasti, kde budou sedět lidé, do oblasti kolem kuchyňské linky a poté do odvodního potrubí. Připojovací potrubí je průměru 200 mm.



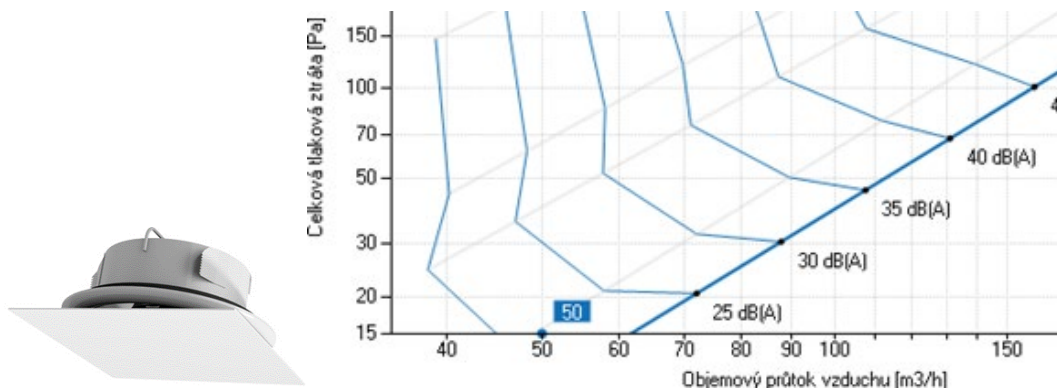
Obrázek 34 Odvodní vířivá výúst' 625 m³/h – zařízení č. 1

2.5.2 Zařízení č. 2

Koncovými elementy pro zařízení č. 2 jsou pro přívod i odvod talířové ventily se čtvercovou čelní deskou. Přívod vzduchu se celý odehrává na chodbě, zatímco odvod vzduchu v hygienickém zázemí. Všechny talířové ventily jsou regulovány na průtok 50 m³/h, pouze odvodní talířový ventil v místnosti WC invalidé je regulován na průtok 100 m³/h, Rozměr připojovacího potrubí je u všech elementů shodný– a to průměr 100 mm. Proudění vzduchu z chodby do hygienického zázemí je zajištěno pomocí stěnových mřížek.

Zařízení č. 2 – přívodní talířový ventil – chodba

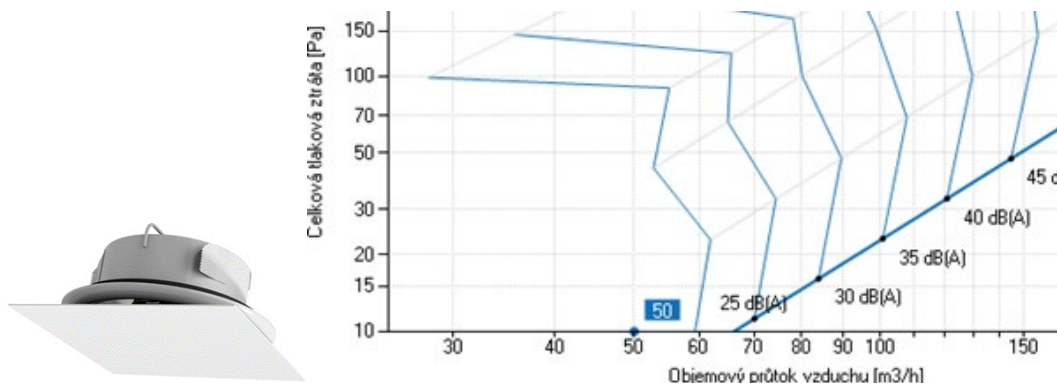
Přívod vzduchu zařízení č. 2 zajišťuje sedmnáct talířových ventilů Lindab Airy s průtokem vzduchu 50 m³/h. Talíře poskytují rovnoměrný přívod čerstvého vzduchu do celé chodby. Zároveň tvoří pravidelná pole pro estetické umístění svítidel apod.



Obrázek 35 Přívodní talířový ventil 50 m³/h – zařízení č. 2

Zařízení č. 2 – odvodní talířový ventil – hygienické zázemí

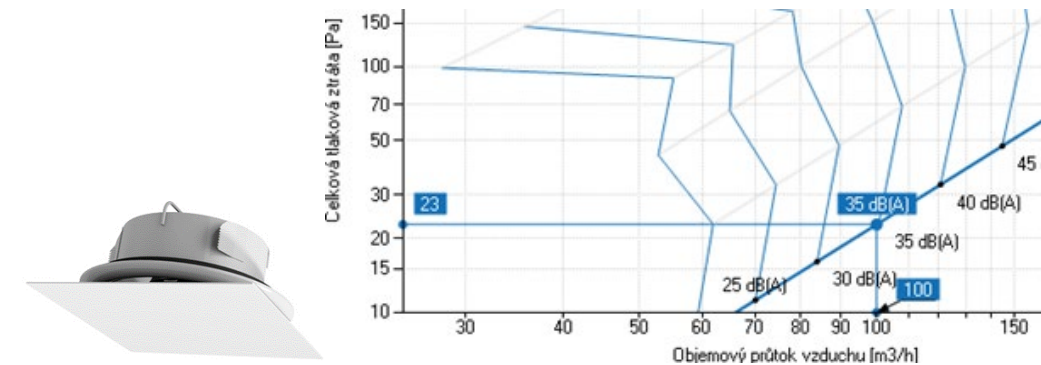
Odvod vzduchu zařízení č. 2 zajišťuje patnáct talířových ventilů Lindab Airy s průtokem vzduchu 50 m³/h. Talíře odvádějí vzduch z hygienického zázemí.



Obrázek 36 Odvodní talířový ventil 50 m³/h – zařízení č. 2

Zařízení č. 2 – odvodní talířový ventil – hygienické zázemí

Odvod vzduchu zařízení č. 2 zajišťuje jeden talířový ventil Lindab Airy s průtokem vzduchu 100 m³/h. Tento talíř je umístěn v místnosti WC invalidé.



Obrázek 37 Odvodní talířový ventil 100 m³/h – zařízení č. 2

Tabulka 13 Výpis distribučních prvků

ČÍSLO MÍSTNOSTI	NÁZEV MÍSTNOSTI	PLOCHA [m ²]	S. V. PODHLED [m]	OBJEM [m ³]	PŘÍVOD/ODVOD	OZNAČENÍ VÝUSTKY	POČET [ks]	PRŮTOK NA ELEMENT [m ³ /h]	Δp _c [Pa]	W _{H1} [m/s]	W _L [m/s]	L _{wa} [dB]	H [m]	Hz [m]
ZAŘÍZENÍ Č. 1 – KLIMATIZACE														
313	Zasedací místnost	74,42	3,00	223,26	P	Lindab RC14-250+MBB-250-250-S	8	312,5	19	<0,2	–	29	3	1,8
					O	Lindab RC15-315+MBE-200-315	4	625	41	–	–	33	2,9	1,8
ZAŘÍZENÍ Č. 2 – VĚTRÁNÍ														
310	Chodba	182,88	3,00	548,64	P	Lindab Airy-SQUA-100	17	50	10	–	–	<20	3	1,8
					O	–	–	–	–	–	–	–	–	–
316	Předsíň WC muži	2,63	3,00	7,89	P	–	–	–	–	–	–	–	–	–
					O	Lindab Airy-SQUA-100	1	50	6	–	–	<20	3	1,8
317	WC muži	11,89	3,00	35,67	P	–	–	–	–	–	–	–	–	–
					O	Lindab Airy-SQUA-100	6	50	6	–	–	<20	3	1,8
318	Umývárna muži	2,10	3,00	6,30	P	–	–	–	–	–	–	–	–	–
					O	Lindab Airy-SQUA-100	1	50	6	–	–	<20	3	1,8
319	Předsíň WC ženy	2,51	3,00	7,53	P	–	–	–	–	–	–	–	–	–
					O	Lindab Airy-SQUA-100	1	50	6	–	–	<20	3	1,8
320	WC ženy	11,73	3,00	35,19	P	–	–	–	–	–	–	–	–	–
					O	Lindab Airy-SQUA-100	6	50	6	–	–	<20	3	1,8
321	WC invalidé	4,62	3,00	13,86	P	–	–	–	–	–	–	–	–	–
					O	Lindab Airy-SQUA-100	1	100	6	–	–	<20	3	1,8

2.6 Dimenzování potrubí

Dimenzovalo se čtyřhranné potrubí. Stanovovaly se tlakové ztráty třením a vřazené tlakové ztráty. Výsledné tlakové ztráty byly použity při návrhu VZT jednotek.

Tabulka 14 Dimenzování zařízení č. 1 – přívodní potrubí

Přívod			HODNOTY										TLAK. ZTRÁTA			POZN.
			SKUTEČNÉ - VYPOČTENÉ													
			PŘEDBĚZNÉ		d _r		d'		d	S	w	ξ	R ₁	R ₁ *L	p _d (Z)	
							a*b (ø)	m								
č. u.	V	L	m	m ³ /h	m ³ /s	m	m	m ²	m/s	m	m ²	m/s	Pa/m	Pa		
ZAŘÍZENÍ Č. 1 - VÝTLAK (INTERIÉR) - HLAVNÍ VĚTEV																
1	625	0,17	2,6	2,00	0,087	0,332	0,315	0,280	0,296	0,09	1,97	1,4	0,45	1,17 3,25		
2	1250	0,35	2,5	3,00	0,116	0,384	0,315	0,400	0,352	0,13	2,76	1,7	0,67	1,68 7,75		
3	1875	0,52	1,5	4,00	0,130	0,407	0,315	0,450	0,371	0,14	3,67	1,7	1,00	1,50 13,77		
4	2500	0,69	14,6	5,00	0,139	0,421	0,315	0,450	0,371	0,14	4,90	3,8	1,40	20,44 54,72		
												104	Σ			
												30	VÝUŠŤ			
												15	KLAPKY			
												15	SÁNÍ			
												7	ŽALUZIE			
												44	TLUMIČE			
												215	Σ			
ZAŘÍZENÍ Č. 1 - VÝTLAK (INTERIÉR) - VEDLEJŠÍ VĚTEV																
8	625	0,17	1,6	2,00	0,087	0,332	0,315	0,280	0,296	0,09	1,97	1,4	0,45	0,72 3,25		
4	2500	0,69	14,6	5,00	0,139	0,421	0,315	0,450	0,371	0,14	4,90			HL. VĚTEV		
												4	Σ			
ZAŘÍZENÍ Č. 1 - SÁNÍ (EXTERIÉR)																
5	2500	0,69	1,8	5,00	0,139	0,421	0,315	0,450	0,371	0,14	4,90	0,3	1,40	2,52 4,32 SAMOTNÝ		
6	3350	0,93	2,0	3,50	0,266	0,582	0,315	0,900	0,467	0,28	3,28	0,9	1,00	2,00 5,82 SPOLEČNÝ		
7	3350	0,93		2,00	0,465	0,770	0,600	1,200	0,800	0,72	1,29			ŽALUZIE		
												15	Σ			

Tabulka 15 Dimenzování zařízení č. 1 – odvodní potrubí

Odvod				HODNOTY										TLAK. ZTRÁTA		POZN.					
				PŘEDBĚŽNÉ		SKUTEČNÉ - VYPOČTENÉ															
						č. u.	V	L	m ³ /h	m ³ /s	m	m ²	m/s	d _r	d'		d	S	w	ξ	R ₁
(R' ₁)	(d' _r)	a*b (ø)	m	m ²	m/s										Pa/m						
-																					
ZAŘÍZENÍ Č. 1 - SÁNÍ (INTERIÉR)																					
1	1250	0,35	2,6			0,116	0,384	0,315	0,315	0,315	0,10	3,50	1,4	0,67	1,74	10,29					
2	2500	0,69	6,1			0,139	0,421	0,315	0,500	0,387	0,16	4,41	3,5	1,40	8,54	40,83					
															61	Σ					
															41	VÝUŠŤ					
															5	KLAPKY					
															36	VÝTLAK					
															7	ŽALUZIE					
															44	TLUMIČE					
															194	Σ					
ZAŘÍZENÍ Č. 1 - VÝTLAK (EXTERIÉR)																					
3	2500	0,69	1,5			0,139	0,421	0,315	0,500	0,387	0,16	4,41	0,3	1,40	2,10	3,50					
4	3350	0,93	11,1			0,266	0,582	0,315	0,900	0,467	0,28	3,28	3,0	1,00	11,10	19,39	SPOLEČNÝ				
5	3350	0,93				0,465	0,770	0,600	1,200	0,800	0,72	1,29					ŽALUZIE				
															36	Σ					

Tabulka 16 Dimenzování zařízení č. 2 – přívodní potrubí, část 1/2

Přívod				HODNOTY										TLAK. ZTRÁTA			POZN.	
				PŘEDBĚŽNÉ		SKUTEČNÉ - VYPOČTENÉ												
						V	L	w' (R'₁)	S' (d'₁)	dᵣ	d'		d	S	w	ξ		R₁
				m	m						a*b (Ø)	m						
č. u.	m³/h	m³/s	m	m/s	m²	m	m	m²	m/s	Pa/m	Pa	Pa	Pa	Pa	Pa			
ZAŘÍZENÍ Č. 2 - VÝTLAK (INTERIÉR) - HLAVNÍ VĚTEV																		
1	50	0,01	3,5	2,00	0,007	0,094	0,125	0,100	0,111	0,01	1,11	0,90	0,45	1,58	0,67			
2	100	0,03	3,5	2,30	0,012	0,124	0,125	0,100	0,111	0,01	2,22	0,60	1,40	4,90	1,78			
3	150	0,04	3,5	2,60	0,016	0,143	0,125	0,125	0,125	0,02	2,67	0,90	1,40	4,90	3,84			
4	200	0,06	3,5	2,90	0,019	0,156	0,125	0,160	0,140	0,02	2,78	0,90	1,40	4,90	4,17			
5	250	0,07	3,5	3,20	0,022	0,166	0,140	0,180	0,158	0,03	2,76	0,90	1,00	3,50	4,10			
6	300	0,08	3,5	3,50	0,024	0,174	0,140	0,200	0,165	0,03	2,98	0,90	1,40	4,90	4,78			
7	350	0,10	3,5	3,80	0,026	0,180	0,140	0,225	0,173	0,03	3,09	0,90	2,10	7,35	5,14			
8	400	0,11	3,5	4,10	0,027	0,186	0,140	0,250	0,179	0,04	3,17	0,90	1,40	4,90	5,44			
9	450	0,13	3,5	4,40	0,028	0,190	0,140	0,250	0,179	0,04	3,57	0,60	2,10	7,35	4,59			
10	500	0,14	1,3	4,70	0,030	0,194	0,140	0,250	0,179	0,04	3,97	0,60	2,10	2,73	5,67			
11	850	0,24	5,0	5,00	0,047	0,245	0,140	0,400	0,207	0,06	4,22	2,60	2,10	10,50	27,73			
													Σ	125				
													VÝUŠŤ	10				
													KLAPKY	15				
													SÁNÍ	44				
													ŽALUZIE	7				
													TLUMIČE	44				
													Σ	246				

Tabulka 17 Dimenzování zařízení č. 2 – přívodní potrubí, část 2/2

ZAŘÍZENÍ Č. 2 - VÝTLAK (INTERIÉR) - VEDLEJŠÍ VĚTEV															
15	50	0,01	3,0	2,00	0,007	0,094	0,125	0,100	0,111	0,01	1,11	0,90	0,45	1,35	0,67
16	100	0,03	2,7	2,40	0,012	0,121	0,125	0,100	0,111	0,01	2,22	1,20	1,40	3,78	3,56
17	150	0,04	3,8	2,80	0,015	0,138	0,125	0,125	0,125	0,02	2,67	0,90	1,40	5,32	3,84
18	200	0,06	4,8	3,20	0,017	0,149	0,125	0,160	0,140	0,02	2,78	1,50	1,40	6,72	6,94
19	250	0,07	2,1	3,60	0,019	0,157	0,140	0,180	0,158	0,03	2,76	0,90	1,00	2,10	4,10
20	300	0,08	3,0	4,00	0,021	0,163	0,140	0,180	0,158	0,03	3,31	1,20	1,40	4,20	7,87
21	350	0,10	2,5	4,40	0,022	0,168	0,140	0,180	0,158	0,03	3,86	0,60	2,10	5,25	5,36
11	850	0,24	5,0	5,00	0,047	0,245	0,140	0,400	0,207	0,06	4,22				HL. VĚTEV
															61
															Σ
ZAŘÍZENÍ Č. 2 - SÁNÍ (EXTERIÉR)															
12	850	0,24	4,3	5,00	0,047	0,245	0,140	0,400	0,207	0,06	4,22	2,4	2,50	10,75	25,60
13	3350	0,93	2,0	3,50	0,266	0,582	0,315	0,900	0,467	0,28	3,28	0,6	1,00	2,00	5,82
14	3350	0,93		2,00	0,465	0,770	0,600	1,200	0,800	0,72	1,29				ŽALUZIE
															44
															Σ

Tabulka 18 Dimenzování zařízení č. 2 – odvodní potrubí

Odvod			HODNOTY										TLAK. ZTRÁTA		POZN.						
			SKUTEČNÉ - VYPOČTENÉ																		
			PŘEDBĚŽNÉ		L	m	w' (R' ₁)	S' (d' _r)	d _r	d'		d	S	w		ξ	R ₁	R' ₁ *L	p _d (Z)	Pa	Pa
č. u.	V	m ³ /h	m ³ /s	m/s			m ²	m	m	a*b (ø)	m	m ²	m/s								
ZAŘÍZENÍ Č. 2 - SÁNÍ (INTERIÉR) - HLAVNÍ VĚTEV																					
1	100	0,03	1,1	2,00	0,014	0,133	0,125	0,100	0,111	0,01	2,22	1,4	1,40	1,54	4,15						
2	150	0,04	1,3	2,60	0,016	0,143	0,125	0,125	0,125	0,02	2,67	1,2	1,40	1,75	5,12						
3	250	0,07	0,6	3,20	0,022	0,166	0,140	0,180	0,158	0,03	2,76	1,7	1,00	0,60	7,75						
4	300	0,08	1,2	3,80	0,022	0,167	0,140	0,180	0,158	0,03	3,31	0,9	1,40	1,68	5,91						
5	400	0,11	4,2	4,80	0,023	0,172	0,140	0,225	0,173	0,03	3,53	2,3	2,10	8,82	17,17						
6	850	0,24	17,5	5,00	0,047	0,245	0,140	0,400	0,207	0,06	4,22	3,6	2,10	36,75	38,40						
													Σ	130							
														6	VÝUŠŤ						
														15	KLAPKY						
														71	VÝTLAK						
														7	ŽALUZIE						
														33	TLUMIČE						
														262	Σ						
ZAŘÍZENÍ Č. 2 - SÁNÍ (INTERIÉR) - VEDLEJŠÍ VĚTEV																					
10	100	0,03	1,1	2,00	0,014	0,133	0,125	0,100	0,111	0,01	2,22	1,4	1,40	1,54	4,15						
11	150	0,04	1,1	2,60	0,016	0,143	0,125	0,125	0,125	0,02	2,67	1,2	1,40	1,54	5,12						
12	250	0,07	1,0	3,20	0,022	0,166	0,140	0,180	0,158	0,03	2,76	1,7	1,00	1,00	7,75						
13	300	0,08	1,0	3,80	0,022	0,167	0,140	0,180	0,158	0,03	3,31	0,9	1,40	1,40	5,91						
14	450	0,13	2,3	4,40	0,028	0,190	0,140	0,250	0,179	0,04	3,57	1,7	2,10	4,83	13,01						
6	850	0,24	17,5	5,00	0,047	0,245	0,140	0,400	0,207	0,06	4,22					HL. VĚTEV					
														46	Σ						
ZAŘÍZENÍ Č. 2 - VÝTLAK (EXTERIÉR)																					
7	850	0,24	4,2	5,00	0,047	0,245	0,140	0,400	0,207	0,06	4,22	3,0	2,10	8,82	32,00						
8	3350	0,93	11,1	3,50	0,266	0,582	0,315	0,900	0,467	0,28	3,28	3,3	1,00	11,10	19,39	SPOLEČNÝ					
9	3350	0,93		2,00	0,465	0,770	0,600	1,200	0,800	0,72	1,29					ŽALUZIE					
														71	Σ						

2.7 VZT jednotky

Jednotky VZT byly navrženy pomocí softwaru AeroCAD.

Zařízení 1 – Sestavná VZT jednotka AeroMaster XP 04, zajišťující větrání a chlazení.

Zařízení 2 – Kompaktní VZT jednotka Cake VZ-1, zajišťující větrání.

ID nabídky
Projekt
Číslo / Název zařízení
Určení jednotky

[01] Bakalářská práce
01 / Zasedací místnost
Standardní prostředí



STRUČNÁ SPECIFIKACE ZAŘÍZENÍ

Základní parametry zařízení

Druh, rozměr
Řídicí jednotka VCS (Climatix)

AeroMaster XP 04
Ne

Hmotnost (+/-10%)
Umístění VZT jednotky
Materiálové provedení
Vnější plášť
Vnitřní plášť

657 kg
Vnitřní
Lakovaný plech (RAL 9002)
Pozinkovaný plech

Průtok vzduchu
Externí tlaková rezerva
Rychlost v průřezu
Výkon motoru nominální
Typ motoru ventilátoru
Frekv. měnič součást dodávky
1. stupeň filtrace
2. stupeň filtrace
SFP_W

Přívod
2500 m³/h
215 Pa
2.53 m/s
0.75 kW
AC motor
Ano (IP21)
M5 / ISO ePM 10 >60%
-
1022 W.m⁻³.s

Odvod
2500 m³/h
194 Pa
2.53 m/s
0.75 kW
AC motor
Ano (IP21)
G3 / ISO Coarse 50 %
-
774 W.m⁻³.s

Model box AMXP3



Parametry pláště dle EN1886

Mechanická stabilita
Netěsnost skříně
Termická izolace
Faktor tepelných mostů
Netěsnost mezi filtrem a rámem

D2(M)
L1(R)
T4(M)
TB3(M)
< 0,5 % (F9)

Nejdůležitější parametry vybraných komponentů

Na straně vzduchu
Na straně média
Zpětný zisk tepla
Směšování
Ohřev
Chlazení

-20.9 -> 13.9 °C
13.9 -> 19.0 °C
19.0 -> 22.0 °C
25.5 -> 18.7 °C
83 %, 7.8 kW
72.0 %
2.4 kW
9.1 kW
70/50 °C, Voda, 0.6 kPa, 0.11 m³/h, 1 "
7/13 °C, Voda, 5.0 kPa, 1.30 m³/h, 1 "

Detailní specifikace a výsledné parametry jsou součástí detailní specifikace vzduchotechnického zařízení

Hlukové parametry zařízení

	LwA _{okt} [dB(A)]								ZLwA [dB(A)]
Oktávové pásmo	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	
Přívod - sání	40	43	53	58	54	50	45	40	61
Přívod - výtlak	42	51	65	70	74	72	66	57	77
Přívod - okolí	40	40	48	46	49	47	43	40	54
Odvod - sání	41	49	62	65	64	63	61	55	71
Odvod - výtlak	40	47	59	62	65	62	57	49	69
Odvod - okolí	40	40	48	44	47	45	43	40	53

Axonometrický pohled na zařízení

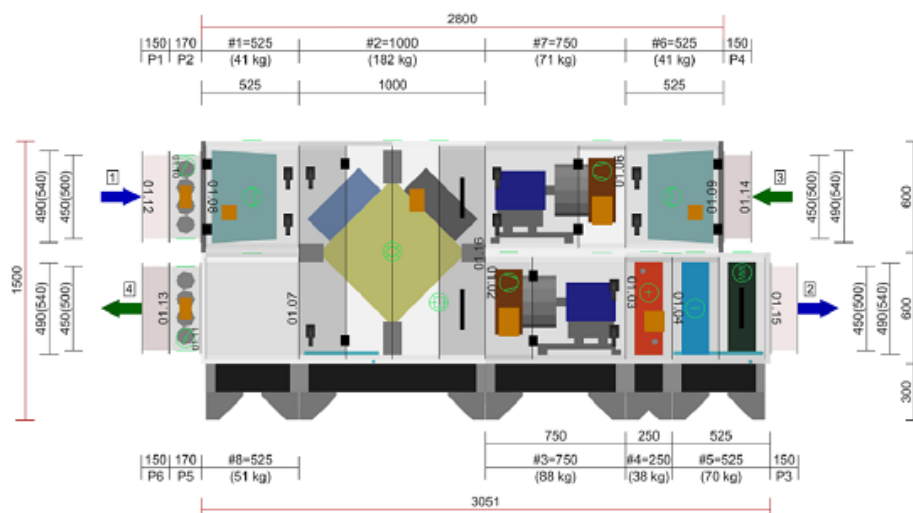


Obrázek 38 Sestavná jednotka AeroMaster XP 04 – zařízení č. 1, ukázka výstupu programu AeroCad 1

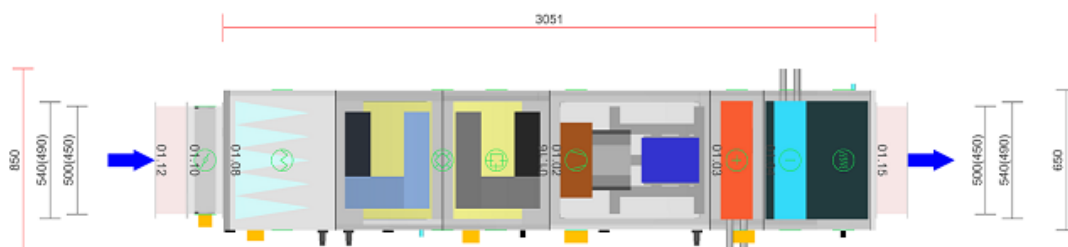
GRAFICKÉ POHLEDY

Bokorys servisní strany

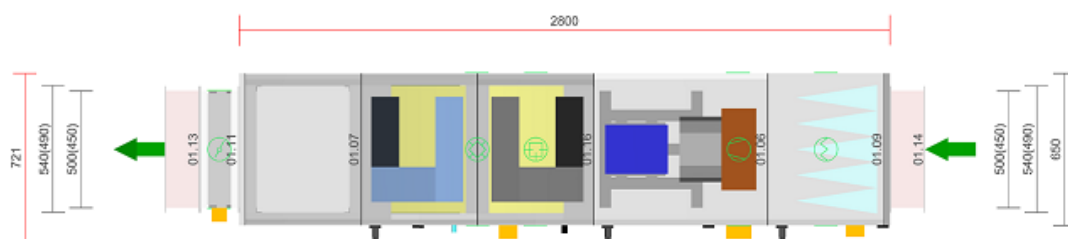
Číslování větví 1 - venkovní vzduch, 2 - přívodní vzduch, 3 - odtažový vzduch, 4 - odpadní vzduch, 5 - cirkulační vzduch



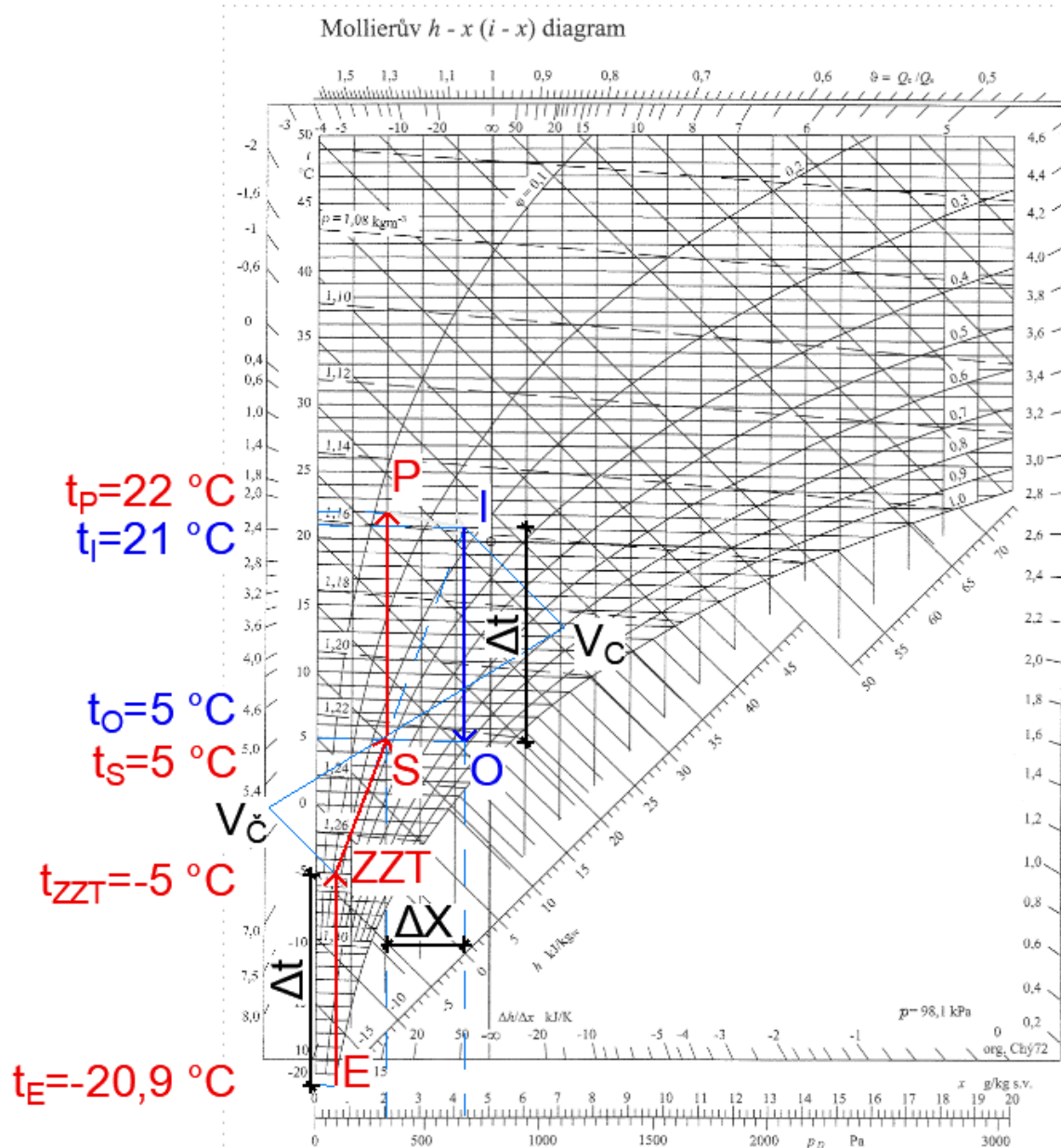
Půdorys přívodní větve



Půdorys odtažové větve



Obrázek 39 Sestavná jednotka AeroMaster XP 04 – zařízení č. 1, ukázka výstupu programu AeroCad 2



E → ZZT Ohřev přívodního venkovního vzduchu ZZT
 ZZT → S Ohřev přívodního vzduchu směřováním
 S → P Ohřev přívodního vzduchu vodním ohřívacem
 I → O Zchlazení odvodního odpadního vzduchu ZZT

Obrázek 41 HX diagram zařízení č. 1 – zimní období

2.8 Útlum hluku

U zařízení č. 1 bylo v zasedací místnosti provedeno posouzení hladiny akustického tlaku, na kterém se podílí přívodní i odvodní potrubí. Bylo zjištěno, že hladina akustického tlaku v místnosti překračuje předepsanou hodnotu. K dosažení předepsané hladiny akustického tlaku byly navrženy na přívodním i odvodním potrubí kulisové tlumiče hluku. Po opětovném posouzení s navrženými tlumiči hladina akustického tlaku v místnosti vyhovuje předepsané hodnotě.

U zařízení č. 2 bylo provedeno posouzení hladiny akustického tlaku v interiéru na chodbě, na kterém se podílí přívodní potrubí, a na WC invalidé, na kterém se podílí odvodní potrubí. Bylo zjištěno, že hladina akustického tlaku v obou místnostech překračuje předepsanou hodnotu. K dosažení předepsané hladiny akustického tlaku byly navrženy na přívodním i odvodním potrubí kulisové tlumiče hluku. Po opětovném posouzení s navrženými tlumiči hladina akustického tlaku v místnosti vyhovuje předepsané hodnotě.

Posuzovala se také hladina akustického tlaku v exteriéru. Na společných částech potrubí byly navrženy kulisové tlumiče hluku.

Tabulka 19 Posouzení hladiny akustického tlaku v zasedací místnosti

Zařízení 1 - přívodní potrubí - výtlak										
ozn.		Hladiny a. t., výkonu a útlumy v oktávových pásmech								
	frekvence (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Součet
L _{VV}	Hluk ventilátoru	44	53	65	72	76	74	67	59	80
D _p	Přirozený útlum									
	Rovné potrubí 12,1 m		7,3	5,4	3,6	2,4	2,4	2,4	2,4	
	Oblouky (4 ks)			0,0	4,0	8,0	12,0	12,0	12,0	
	Odbočka hl./vedl. větev (D1)			2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	
	Odbočka k výústce (D2)			4,2	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2	
	Koncovým odrazem (A=0,17 m2)	10,0	6,0							
	Ohebné potrubí 1 m	8,5	15,0	19,0	16,0	12,5	9,0	11,5	7,0	
L _{V1}	Hlad. akust. výkonu ve vyústce	26	25	34	42	47	44	35	31	50
L _{VV}	Hladina akustického výkonu vyústky									29
L _S	Hladina akustického výkonu vystupující z vyústky									50
K	Korekce na počet vyústek	počet vyústek:						8		9
L	Hladina akustického výkonu všech vyústek P									59

Zařízení 1 - odvodní potrubí - sání										
ozn.		Hladiny a. t., výkonu a útlumy v oktávových pásmech								
	frekvence (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Součet
L _{VV}	Hluk ventilátoru	41	49	62	66	66	64	62	55	71
D _p	Přirozený útlum									
	Rovné potrubí 2,90 m		1,7	1,3	0,9	0,6	0,6	0,6	0,6	
	Oblouky (2 ks)			0,0	2,0	4,0	6,0	6,0	6,0	
	Odbočka k výústce (D1)			4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	
	Koncovým odrazem (A=0,10 m2)	12,0	7,0	3,0						
	Ohebné potrubí 0,75 m	6,4	11,3	14,3	12,0	9,4	6,8	8,6	5,3	
L _{V1}	Hlad. akust. výkonu ve vyústce	23	29	39	47	48	46	42	39	53
L _{VV}	Hladina akustického výkonu vyústky									33
L _S	Hladina akustického výkonu vystupující z vyústky									53
K	Korekce na počet vyústek	počet vyústek:						4		6
L	Hladina akustického výkonu všech vyústek O									59

L _{W,S}	Hladina akust. výkonu všech vyústek P+O				α	S	A	r	Q	62
L _p	Hladina akust. tlaku v místě posluchače P+O				0,2	282	56,3	1,2	2	54
L _{p,A}	Předepsaná hodnota hladiny akust. tlaku v místnosti									40
	Závěr			Je potřeba navrhnout tlumič hluku!						

Tabulka 20 Posouzení hladiny akustického tlaku v zasedací místnosti s navrženými tlumiči

Zařízení 1 - přívodní potrubí - výtlak - s tlumičem										
ozn.		Hladiny a. t., výkonu a útlumy v oktávových pásmech								
	frekvence (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Součet
	H. a. v. ve výústce bez tlumiče	26	25	34	42	47	44	35	31	50
	Kulisový tlumič	4	9	18	26	35	32	22	16	
	H. a. v. v tlumiči	22	16	16	16	12	12	13	15	25
	Vlastní hluk tlumiče	15	13	14	18	19	17	15	9	
L _{v1}	H. a. v. ve výústce s tlumičem	22	18	18	20	20	18	17	16	28
L _{vy}	Hladina akustického výkonu vyústky									29
L _s	Hladina akustického výkonu vystupující z vyústky									32
K	Korekce na počet vyústek	počet vyústek:						8		9
L	Hladina akustického výkonu všech vyústek P									41

Zařízení 1 - odvodní potrubí - sání - s tlumičem										
ozn.		Hladiny a. t., výkonu a útlumy v oktávových pásmech								
	frekvence (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Součet
	H. a. v. ve výústce bez tlumiče	23	29	39	47	48	46	42	39	53
	Kulisový tlumič	4	9	18	26	35	32	22	16	
	H. a. v. v tlumiči	19	20	21	21	13	14	20	23	29
	Vlastní hluk tlumiče	15	13	14	18	19	17	15	9	
L _{v1}	H. a. v. ve výústce s tlumičem	20	21	22	22	20	19	21	23	30
L _{vy}	Hladina akustického výkonu vyústky									33
L _s	Hladina akust. výkonu vystupující z vyúst.									35
K	Korekce na počet vyústek	počet vyústek:						4		6
L	Hladina akust. výkonu všech vyústek O									41

L _{w,s}	Hladina akust. výkonu všech vyústek P+O				α	S	A	r	Q	44
L _p	Hladina akustického tlaku v místě posluchače P+O				0,2	282	56,3	1,2	2	36,4
L _{p,A}	Předepsaná hodnota hladiny akustického tlaku v místnosti									40
	Závěr		Bylo dosaženo přípustné hodnoty!							

Tabulka 21 Posouzení hladiny akustického tlaku na chodbě bez/s navrženými tlumiči

Zařízení 2 - přívodní potrubí - výtlak										
ozn.		Hladiny a. t., výkonu a útlumy v oktávových pásmech								
	frekvence (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Součet
L_{VV}	Hluk ventilátoru	51	56	71	66	68	68	62	56	75
D_p	Přirozený útlum									
	Rovné potrubí 5,3 m		3,2	2,4	1,6	1,1	1,1	1,1	1,1	
	Oblouky (1 ks)			0,0	1,0	2,0	3,0	3,0	3,0	
	Odbočka hl./vedl. větev (D1)			2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	
	Odbočka k výústce (D2)			2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	
	Koncovým odrazem (A=0,02 m ²)	8,5	4,5							
	Ohebné potrubí 0,3 m	2,6	4,5	5,7	4,8	3,8	2,7	3,5	2,1	
L_{V1}	Hlad. akust. výkonu ve vyústce	40	44	58	53	56	56	49	45	63
L_{VV}	Hladina akustického výkonu vyústky									
L_s	Hladina akustického výkonu vystupující z vyústky									
K	Korekce na počet vyústek	počet vyústek:							17	12
L	Hladina akustického výkonu všech vyústek P									

L_{W,S}	Hladina akust. výkonu všech vyústek P	α	S	A	r	Q	75
L_p	Hladina akustického tlaku v místě posluchače P	0,2	730	146	1,2	2	65
L_{p,A}	Předepsaná hodnota hladiny akustického tlaku v místnosti						40
	Závěr	Je potřeba navrhnout tlumič hluku!					

Zařízení 2 - přívodní potrubí - výtlak - s tlumičem										
ozn.		Hladiny a. t., výkonu a útlumy v oktávových pásmech								
	frekvence (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Součet
	H. a. v. ve vyústce bez tlumiče	40	44	58	53	56	56	49	45	63
	Útlum kulisový tlumič 1	4	9	20	30	42	36	23	17	
	H. a. v. v tlumiči 1	36	35	38	23	14	20	26	28	42
	Vlastní hluk tlumiče 1	4	2	3	7	8	5	3	0	
	H. a. v. za tlumičem 1	36	35	38	24	15	20	26	28	42
	Kulisový tlumič 2	2	5	10	15	18	17	13	10	
	H. a. v. v tlumiči 2	34	30	28	9	-3	3	13	18	36
	Vlastní hluk tlumiče	4	2	3	7	8	5	3	0	
L_{V1}	H. a. v. ve vyústce s tlumičem	34	30	28	11	8	7	14	18	36
L_{VV}	Hladina akustického výkonu vyústky									
L_s	Hladina akustického výkonu vystupující z vyústky									
K	Korekce na počet vyústek	počet vyústek:							17	12
L	Hladina akustického výkonu všech vyústek P									

L_{W,S}	Hladina akust. výkonu všech vyústek P	α	S	A	r	Q	49
L_p	Hladina akustického tlaku v místě posluchače P	0,2	730	146	1,2	2	39
L_{p,A}	Předepsaná hodnota hladiny akustického tlaku v místnosti						40
	Závěr	Bylo dosaženo přípustné hodnoty!					

Tabulka 22 Posouzení hladiny akustického tlaku ve WC invalidé bez/s navrženým tlumičem

Zařízení 2 - odvodní potrubí - sání										
ozn.		Hladiny a. t., výkonu a útlumy v oktávových pásmech								
	frekvence (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Součet
L_{vv}	Součet	52	53	66	63	62	59	58	50	70
D_p	Přirozený útlum									
	Rovné potrubí 18 m		10,8	8,1	5,4	3,6	3,6	3,6	3,6	
	Oblouky (2 ks)			0,0	2,0	4,0	6,0	6,0	6,0	
	Odbočka k výústce (D1)			0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	
	Odbočka k výústce (D2)			4,3	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3	
	Koncovým odrazem (A=0,02 m2)	8,5	4,5							
	Ohebné potrubí 0,2 m	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	
L_{v1}	Hlad. akust. výkonu ve výústce	42	36	56	53	52	47	46	38	59
L_{vy}	Hladina akustického výkonu výústky									35
L_s	Hladina akustického výkonu vystupující z výústky									59
K	Korekce na počet výústek	počet výústek:						1		0
L	Hladina akustického výkonu všech výústek O									59

L_{w,s}	Hladina akust. výkonu všech výústek O	α	S	A	r	Q	59
L_p	Hladina akustického tlaku v místě posluchače O	0,2	28,4	5,69	1,2	2	50
L_{p,A}	Předepsaná hodnota hladiny akustického tlaku v místnosti						40
	Závěr	Je potřeba navrhnout tlumič hluku!					

Zařízení 2 - odvodní potrubí - sání - s tlumičem										
ozn.		Hladiny a. t., výkonu a útlumy v oktávových pásmech								
	frekvence (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Součet
	H. a. v. ve výústce bez tlumiče	42	36	56	53	52	47	46	38	59
	Kulisový tlumič	4	9	20	30	42	36	23	17	
	H. a. v. v tlumiči	38	27	36	23	10	11	23	21	40
	Vlastní hluk tlumiče	6	1	7	15	15	10	6	5	
L_{v1}	H. a. v. ve výústce s tlumičem	38	27	36	24	16	14	23	21	40
L_{vy}	Hladina akustického výkonu výústky									35
L_s	Hladina akustického výkonu vystupující z výústky									41
K	Korekce na počet výústek	počet výústek:						1		0
L	Hladina akustického výkonu všech výústek O									41

L_{w,s}	Hladina akust. výkonu všech výústek O	α	S	A	r	Q	41
L_p	Hladina akustického tlaku v místě posluchače O	0,2	28,4	5,69	1,2	2	32
L_{p,A}	Předepsaná hodnota hladiny akustického tlaku v místnosti						40
	Závěr	Bylo dosaženo přípustné hodnoty!					

Tabulka 23 Posouzení hladiny akustického tlaku v exteriéru – přívodní potrubí bez/s navrženým tlumičem

Společné sání - přívodní potrubí										
ozn.	Od ventilátoru do exteriéru	Hladiny a. t., výkonu a útlumy v oktávových pásmech								
	frekvence (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Součet
L_{vv}	Hluk ventilátorů									
L _{vv}	Hluk ventilátoru 1	40	44	53	60	55	51	46	41	62
K _a	Hluk ventilátoru 2	51	52	65	62	59	57	55	47	68
L_{vv}	Součet	51	53	65	64	60	58	56	48	69
D_p	Přirozený útlum									
	Rovné potrubí 0,8 m		0,5	0,4	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	
	Rovné potrubí 1,4 m		0,8	0,4	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	
	Odbočka (D1)			1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	
	Koncovým odrazem (A=0,48 m ²)	7,0	3,0							
L_{v1}	Hlad. akust. výkonu ve vyústce	44	48	63	62	58	56	54	46	67
L_{vy}	Hladina akustického výkonu vyústky									39
L_s	Hladina akust. výkonu vystupující z vyúst.									67
K	Korekce na počet vyústek	počet vyústek:						1		0
L	Hladina akust. výkonu všech vyústek P									67
L_{w,s}	Hladina akust. výkonu všech vyústek P							r	Q	67
L_p	Hladina akustického tlaku v místě posluchače P							4	4	50
L_{p,A}	Předepsaná hodnota hladiny akustického tlaku v exteriéru									50
	Závěr	Je potřeba navrhnout tlumič hluku!								

Společné sání - přívodní potrubí - s tlumičem										
ozn.		Hladiny a. t., výkonu a útlumy v oktávových pásmech								
	frekvence (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Součet
	H. a. v. ve vyústce bez tlumiče	44	48	63	62	58	56	54	46	67
	Útlum kulisový tlumič	3	16	13	20	26	22	15	11	
	H. a. v. v tlumiči	41	32	50	42	32	34	39	35	52
	Vlastní hluk tlumiče	17	12	18	26	28	26	22	19	
L_{v1}	H. a. v. ve vyústce s tlumičem	41	32	50	42	34	35	39	35	52
L_{vy}	Hladina akustického výkonu vyústky									39
L_s	Hladina akustického výkonu vystupující z vyústky									52
K	Korekce na počet vyústek	počet vyústek:						1		0
L	Hladina akustického výkonu všech vyústek P									52
L_{w,s}	Hladina akust. výkonu všech vyústek P							r	Q	52
L_p	Hladina akustického tlaku v místě posluchače P							4	4	35
L_{p,A}	Předepsaná hodnota hladiny akustického tlaku v exteriéru									50
	Závěr	Bylo dosaženo přípustné hodnoty!								

Tabulka 24 Posouzení hladiny akustického tlaku v exteriéru – odvodní potrubí bez/s navrženým tlumičem

Společný výtlak - odvodní potrubí										
ozn.	frekvence (Hz)	Hladiny a. t., výkonu a útlumy v oktávových pásmech								
		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Součet
L_{vv}	Hluk ventilátorů									
L _{vv}	Hluk ventilátoru 1	41	46	60	63	66	62	57	48	70
K _a	Hluk ventilátoru 2	52	56	70	66	67	67	60	55	74
L_{vv}	Součet	52	56	70	68	70	68	62	56	75
D_p	Přirozený útlum									
	Rovné potrubí 0,8 m		0,5	0,4	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	
	Rovné potrubí 7,6 m		4,6	2,3	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	
	Odbočka (D1)			1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	
	Koncovým odrazem (A=0,48 m ²)	7,0	3,0							
L_{v1}	Hlad. akust. výkonu ve výústce	45	48	66	65	67	65	59	53	72
L_{vy}	Hladina akustického výkonu výústky									
L_s	Hladina akust. výkonu vystupující z vyúst.									
K	Korekce na počet vyústek	počet vyústek:							1	0
L	Hladina akust. výkonu všech vyústek O									
L_{w,s}	Hladina akust. výkonu všech vyústek O								r	Q
L_p	Hladina akustického tlaku v místě posluchače O								5	2
L_{p,A}	Předepsaná hodnota hladiny akustického tlaku v exteriéru									
	Závěr	Je potřeba navrhnout tlumič hluku!								

Společný výtlak - odvodní potrubí - s tlumičem										
ozn.	frekvence (Hz)	Hladiny a. t., výkonu a útlumy v oktávových pásmech								
		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Součet
	H. a. v. ve výústce bez tlumiče	45	48	66	65	67	65	59	53	72
	Útlum kulisový tlumič	3	16	13	20	26	22	15	11	
	H. a. v. v tlumiči	42	32	53	45	41	43	44	42	55
	Vlastní hluk tlumiče	15	13	14	18	19	17	15	9	
L_{v1}	H. a. v. ve výústce s tlumičem	42	32	53	45	41	43	44	42	55
L_{vy}	Hladina akustického výkonu výústky									
L_s	Hladina akustického výkonu vystupující z výústky									
K	Korekce na počet vyústek	počet vyústek:							1	0
L	Hladina akustického výkonu všech vyústek O									
L_{w,s}	Hladina akust. výkonu všech vyústek O								r	Q
L_p	Hladina akustického tlaku v místě posluchače O								5	2
L_{p,A}	Předepsaná hodnota hladiny akustického tlaku v exteriéru									
	Závěr	Hladina akustického hluku je přípustná!								

2.9 Izolace potrubí

Potrubní rozvody VZT je nutno izolovat kvůli nebezpečí tvorby kondenzátu na povrchu potrubí. Byla navržena tepelně zvuková izolace o dvou tloušťkách. Konkrétně tloušťky 60 mm ve strojovně VZT, a to na sání přívodního potrubí, výtlaku přívodního potrubí ve strojovně a výtlaku potrubí odvodního. S menší tloušťkou 40 mm se počítá na výtlaku přívodního potrubí zařízení č. 1 mimo strojovnu VZT.

Povrchová kondenzace a tepelná ztráta potrubí Popis: Izolace

Výpočet Vymazat Načíst Uložit Optimalní tloušťka izolace - graf Tisk OK

$t_{ol}[^{\circ}\text{C}] = 25$
 $RH_{ol}[\%] = 28$
 $a[\text{mm}] = 315$
 $b[\text{mm}] = 450$
 $D[\text{mm}] = 0$
☒ Hranaté potrubí ☐ Kruhové potrubí

$tvstl[^{\circ}\text{C}] = 18.05$
 $Délka[\text{mm}] = 5000$
 $tvstl[^{\circ}\text{C}] = 18$
 $RH[\%] = 50$
 $tl[\text{mm}] = 40$

$tpo[^{\circ}\text{C}] = 23.34$
 $tro[^{\circ}\text{C}] = 5.24$
 $tpvl[^{\circ}\text{C}] = 18.36$
 $trv[^{\circ}\text{C}] = 7.44$

Průtok vzduchu $[\text{m}^3/\text{h}] = 2500$
 Tepelná vodivost izolace $[\text{W}/\text{mK}] = 0.04$
 Potrubí je situováno v prostředí:
☒ Bez pohybu vzduchu okolo potrubí (podhled)
☐ S mírným pohybem vzduchu (místnost)
☐ Venkovním (povětrnostní vlivy)
 Tepelná ztráta /+zisk/ úseku potrubí $[\text{W}] = 48.77$

Obrázek 42 Výpočet tepelné izolace v softwaru Teruna – výtlak přívodního potrubí v zasedací místnosti

Povrchová kondenzace a tepelná ztráta potrubí Popis: Izolace

Výpočet Vymazat Načíst Uložit Optimalní tloušťka izolace - graf Tisk OK

$t_{ol}[^{\circ}\text{C}] = 15$
 $RH_{ol}[\%] = 28$
 $a[\text{mm}] = 315$
 $b[\text{mm}] = 900$
 $D[\text{mm}] = 0$
☒ Hranaté potrubí ☐ Kruhové potrubí

$tvstl[^{\circ}\text{C}] = -20.86$
 $Délka[\text{mm}] = 800$
 $tvstl[^{\circ}\text{C}] = -20.9$
 $RH[\%] = 95$
 $tl[\text{mm}] = 60$

$tpo[^{\circ}\text{C}] = 12.65$
 $tro[^{\circ}\text{C}] = -3.32$
 $tpvl[^{\circ}\text{C}] = -19.13$
 $trv[^{\circ}\text{C}] = -21.43$

Průtok vzduchu $[\text{m}^3/\text{h}] = 3350$
 Tepelná vodivost izolace $[\text{W}/\text{mK}] = 0.04$
 Potrubí je situováno v prostředí:
☐ Bez pohybu vzduchu okolo potrubí (podhled)
☒ S mírným pohybem vzduchu (místnost)
☐ Venkovním (povětrnostní vlivy)
 Tepelná ztráta /+zisk/ úseku potrubí $[\text{W}] = 52.33$

riziko kondenzace

Obrázek 43 Výpočet tepelné izolace v softwaru Teruna – sání přívodního potrubí ve strojovně

3 PROJEKT

3.1 Technická zpráva

3.1.1 Úvod

Předmětem této bakalářské práce je návrh vzduchotechniky dvou funkčních celků ve 3. NP zadaného objektu a vypracování projektové dokumentace pro stavební povolení. Návrh se řídil hygienickými požadavky na jednotlivé provozy.

Objektem je novostavba administrativní budovy v obci Náchod v Královéhradeckém kraji.

Jedná se o čtyřpodlažní budovu s plochou jednoplášťovou střechou. Konstrukční systém je skeletový. Objekt má členitou fasádu s mnoha lodžiemi, které vytvářejí architektonicky zajímavý objekt. Na fasádě je umístěno také mnoho plastových oken, která zajišťují proslunění vnitřních prostor. Hlavní vstup je orientován jihozápadně.

Uvnitř objektu se nachází především kancelářské, komunikační a hygienické prostory.

3.1.2 Podklady pro zpracování

Podklady pro zpracování byly výkresy zadaného objektu, konkrétně půdorys 3. NP a pohledy. Dále byly při zpracování použity příslušné zákony a prováděcí vyhlášky, české technické normy a podklady výrobců vzduchotechnických zařízení:

- Nařízení vlády č. 361/2007 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci.
- Vyhláška č. 499/2006 Sb. O dokumentaci staveb.
- ČSN EN 16798-1
- ČSN EN 16798-3
- ČSN 73 0548
- Podklady výrobců: Lindab s.r.o., Mandík a.s., Remak a.s., Ventilatory.net

3.1.3 Výpočtové hodnoty klimatických poměrů

- Místo stavby: Náchod
- Nadmořská výška: 413 m n. m.
- Průměrný tlak vzduchu: 96,7 kPa
- Letní období: $t_{eL} = 32,3\text{ °C}$ $\varphi_{eL} = 47\%$ $h_{eL} = 70,1\text{ kJ/kg}$
- Zimní období: $t_{eZ} = -20,9\text{ °C}$ $\varphi_{eZ} = 95\%$

3.1.4 Výpočtové hodnoty vnitřního prostředí

Zařízení 1 zásobuje zasedací místnost, která bude využívána nárazově velkým počtem osob. V letním období bude kromě větrání zajišťovat také chlazení místnosti.

Zařízení 2 zásobuje hygienické zázemí a komunikační prostory (chodbu a schodiště) čerstvým vzduchem. Jedná se pouze o větrání bez dalších úprav.

Tabulka 25 Vnitřní návrhové podmínky

Č. m.	Účel místnosti	Léto		Zima	
		Teplota [°C]	Relativní vlhkost [%]	Teplota [°C]	Relativní vlhkost [%]
Zařízení 1 - chlazení					
313	Zasedací místnost	25	30 - 70	21	30 - 70
Zařízení 2 - větrání					
310	Chodba	25	–	21	–
316	Předsíň WC muži	25	–	21	–
317	WC muži	25	–	21	–
318	Umývárna muži	25	–	21	–
319	Předsíň WC ženy	25	–	21	–
320	WC ženy	25	–	21	–
321	WC invalidé	25	–	21	–

Rychlosti vzduchu v pobytové zóně v úrovni průměrného člověka dosahují maximálně 0,2 m/s.

Vzhledem k charakteru místností a zajištění vyhovujícího pracovního prostředí byl hluk ve všech místnostech objektu posuzován s hodnotou 40 dB. Po navržení tlumičů hluku bylo ve všech místnostech dosaženo hodnot nižších.

3.1.5 Základní koncepční řešení

Navržená zařízení obsluhují dvě z celkových čtyř zón ve 3. NP zadaného objektu. Každá jednotka obsluhuje samostatně jednu zónu.

Zařízení 1 má na starost větrání a chlazení zasedací místnosti. Ta bude užívána nárazově velkým počtem osob. Jednotka je navržena jako sestavná, umístěna na ocelovém rámu ve strojovně vzduchotechniky nacházející se ve vedlejší místnosti. Obsahuje filtry na sání přírodního i odvodního potrubí, dále manžety pro napojení potrubí, uzavírací klapky, ventilátory, směšovací komoru s deskovým výměníkem pro zpětné získávání tepla, chladič s eliminátorem kapek pro letní provoz a ohřívač pro provoz v zimním období. Koncové elementy jsou v tomto případě vířivé výusti, které budou rovnoměrně zasazeny do rastru podhledu. Na přírodním potrubí budou osazeny regulační klapky, které zajistí správnou distribuci vzduchu do jednotlivých úseků potrubí. Na přírodním i odvodním potrubí byly navrženy kulisové tlumiče hluku k zajištění předepsané hladiny akustického tlaku v místnosti.

Zařízení 2 má na starost nucené větrání chodby a hygienického zázemí. Kvůli umístění uvnitř dispozice a faktu, že kolem jsou převážně místnosti s návrhovou teplotou 25 °C, respektive 21 °C, se počítá, že teplota v těchto místnostech bude téměř stejná bez nutnosti dalších úprav

přívodního vzduchu. Jednotka je navržena jako kompaktní, umístěna na ocelovém rámu ve strojovně vzduchotechniky, stejně jako jednotka předešlá. Obsahuje filtry na sání přívodního i odvodního potrubí, dále manžety pro napojení potrubí, uzavírací klapky, ventilátory, směšovací komoru s deskovým výměníkem pro zpětné získávání tepla a ohříváč pro provoz v zimním období. Koncové elementy jsou v tomto případě talířové ventily, které budou rovnoměrně zasazeny do rastru podhledu a na chodbě budou vytvářet pravidelná pole pro umístění osvětlení. Na přívodním i odvodním potrubí budou osazeny regulační klapky, které zajistí správnou distribuci vzduchu do jednotlivých úseků potrubí. Na přívodním (dva) i odvodním potrubí byly navrženy kulisové tlumiče hluku k zajištění předepsané hladiny akustického tlaku v místnosti.

Vzduch bude k jednotlivým koncovým elementům distribuován pomocí čtyřhranného pozinkovaného plechového potrubí. Připojení jednotlivých prvků na potrubí bude provedeno pomocí ohebného potrubí, které umožňuje připojení dle skutečných podmínek na pracovišti. Všechna potrubí budou na rozmezí požárních úseků opatřena požárními klapkami, které se v případě požáru zavřou a zabrání tak pronikání požáru a zplodin.

Uvažuje se i s obsluhou zóny čtyři pomocí další jednotky, pro kterou byla vyčleněna místnost vedle schodiště. Tato jednotka však není předmětem této bakalářské práce.

3.1.6 Popis technického řešení

Koncepce větracích a klimatizačních zařízení

Obě jednotky jsou rovnotlaké, tedy objemy přívodního a odvodního vzduchu jsou shodné. Sání přívodního potrubí a výtlač odvodního potrubí obou jednotek se ve strojovně sjednotí. Celkový průtok činí 3350 m³/h. Přívodní potrubí je vyvedeno na fasádu, zatímco odvodní potrubí na střechu. Na těchto společných částech jsou navrženy kulisové tlumiče hluku Lindab SLRS a jsou zakončeny protidešťovou žaluzií vybavenou sítí proti ptákům a hmyzu. Všechna potrubí budou na rozmezí požárních úseků opatřena požárními klapkami Lindab WK25, které se v případě požáru zavřou a zabrání tak pronikání požáru a zplodin.

Potrubí ve strojovně na straně interiéru je opatřeno tepelnou izolací z minerální vaty, opatřenou hliníkovou fólií tloušťky 60 mm, která zároveň plní funkci zvukově izolační.

Zařízení č. 1

Sestavná jednotka AeroMaster XP 04 od firmy Remak a. s. zajišťuje nucené větrání a chlazení zasedací místnosti. Jednotka je navržena ve vnitřním provedení na ocelovém rámu výšky 300 mm ve strojovně vzduchotechniky. Půdorysné rozměry jednotky, bez manžet a uzavíracích klappek, jsou 3051x650 mm. Výška činí 1200 mm.

Obsahuje:

- Tlumicí vložka: DV 500-450 – 4 Ks
- Uzavírací klapka se servopohonem: LK 500-450 – 2 Ks
- Filtr na přívodu: XPHO 04/S – třída filtrace dle ISO 16890-1: ISO ePM 10 > 60 %
- Filtr na odvodu: XPHO 04/S – třída filtrace dle ISO 16890-1: ISO Coarse 50 %

- Ventilátor na přívodu
- Ventilátor na odvodu
- Deskový rekuperátor s by-passem:
- Vodní ohřívač: XPNC 04/FR - 70/50 °C
- Vodní chladič s eliminátorem kapek: XPQU 04/V – 7/13 °C

Objem přiváděného vzduchu činí 2500 m³/h. V letním období se teplý přívodní vzduch předchladí pomocí ZZT, poté putuje do chladiče s eliminátorem kapek, kde se dochladí na konečnou teplotu přívodního vzduchu 18 °C.

V zimě se chladný venkovní vzduch předehřeje pomocí ZZT a poté se smísí s teplým cirkulačním vzduchem. Nakonec se přes vodní ohřívač dohřeje na požadovanou teplotu 22 °C.

Na přívodním i odvodním potrubí na straně interiéru je osazen kulisový přímý tlumič hluku Lindab SLRS o průřezu 780x400 mm a délky 750 mm. Šířka kulisy je 200 mm a šířka mezery je 60 mm.

Přívodní potrubí na straně interiéru je ve strojovně opatřeno tepelnou izolací z minerální vaty opatřenou hliníkovou fólií, tloušťky 60 mm, která zároveň plní funkci zvukově izolační. Přívodní potrubí v zasedací místnosti je pak opatřeno stejnou izolací o tloušťce 40 mm.

Na přívodním potrubí budou osazeny žaluziové regulační klapky Lindab DJP, které zajistí správnou distribuci vzduchu do jednotlivých úseků potrubí.

Koncové elementy jsou v tomto případě vířivé výusti, které budou rovnoměrně zasazeny do rástru podhledu. Jedná se o výrobky Lindab RC14 pro přívod a Lindab RC 15 pro odvod.

Zařízení č. 2

Kompaktní jednotka Cake VZ-1 od firmy Remak a. s. zajišťuje nucené větrání chodby a hygienického zázemí. Jednotka je navržena ve vnitřním provedení na ocelovém rámu výšky 185 mm ve strojovně vzduchotechniky. Půdorysné rozměry jednotky jsou 1520x850 mm. Výška bez manžet a uzavíracích klapek činí 1335 mm.

Obsahuje:

- Tlumicí vložka: DVC 500-200 – 4 Ks
- Uzavírací klapka se servopohonem: LK 500-200 – 2 Ks
- Filtr na přívodu: třída filtrace dle ISO 16890-1: ISO Coarse 80 %
- Filtr na odvodu: třída filtrace dle ISO 16890-1: ISO Coarse 60 %
- Ventilátor na přívodu
- Ventilátor na odvodu
- Deskový rekuperátor: REK+27
- Vodní ohřívač: 70/50 °C

Objem přiváděného vzduchu činí 850 m³/h. V letním období se teplý přívodní vzduch ochladí pomocí ZZT.

V zimě se chladný venkovní vzduch předejde pomocí ZZT a poté se přes vodní ohřívač dohřeje na požadovanou teplotu 21 °C.

Na přívodním i odvodním potrubí na straně interiéru je osazen kulisový přímý tlumič hluku Lindab SLRS, o průřezu 560x200 mm, délky 1000 mm. Šířka kulisy je 200 mm a šířka mezery je 80 mm. Na přívodním potrubí je navíc osazen další tlumič stejných parametrů o délce 500 mm.

Na přívodním potrubí i odvodním budou osazeny žaluziové regulační klapky Lindab DJP, které zajistí správnou distribuci vzduchu do jednotlivých úseků potrubí.

Koncové elementy jsou v tomto případě talířové ventily Lindab Airy– Squa, které budou rovnoměrně zasazeny do rastru podhledu a na chodbě budou vytvářet pravidelná pole pro umístění osvětlení.

3.1.7 Nároky na energie

K zajištění chodu větracích a klimatizačních zařízení je třeba zabezpečit následující zdroje energií: (viz tabulka č. 25):

Tabulka 26 Energetické nároky

Název	Ventilátor				Elektrina				Ohřev			Chlazení			
	Řízení/odvod	Množství vzduchu [m ³ /h]	Externí tlak [Pa]	Počet	Elektrický příkon jednotkový [kW]	Elektrický příkon celkem [kW]	Elektrický proud jednotkový [A]	Napětí/frekvence [V/Hz]	Topný výkon 70/50 °C [kW]	Průtok média [kg/s]	Tlaková ztráta výměníku [kPa]	Chladicí výkon 7/13 °C [kW]	Průtok média [kg/s]	Tlaková ztráta výměníku [kPa]	Kondenzát [kg/hod]
Zařízení č. 1 – větrání a klimatizace zasedací místnosti															
přívodní ventilátor	P	2500	197	1	1,00	1,00	1,84	400/50							
vodní ohřevač, t _p = 22 °C, připojení DN25									4,7	5E-05	0,7				
vodní chladič, t _p = 18 °C, připojení DN25												9,7	0,386	5,6	6,0
odvodní ventilátor	O	2500	176	1	0,72	0,72	1,43	400/50							
výměník ZZT, V _c = 1045 m ³ /h															4,0
Zařízení č. 2 – větrání chodby a hygienického zázemí															
přívodní ventilátor	P	850	218	1	0,27	0,27	1,16	230/50							
vodní ohřevač, t _p = 22 °C, připojení DN25									1,5	2E-05	1,4				
odvodní ventilátor	O	850	244	1	0,29	0,29	1,24	230/50							
výměník ZZT															3,4

3.1.8 Měření a regulace

Navržené vzduchotechnické a klimatizační systémy budou řízeny a regulovány samostatným systémem MaR. Je nutné zajistit následující:

- ovládání chodu ventilátorů, silové napájení ovládaných zařízení
- regulace teploty vzduchu řízením výkonu teplovodního ohříváče v zimním období – vlečná regulace (směšování)
- regulace teploty vzduchu řízením výkonu vodního chladiče v letním období (rozdělování)
- umístění teplotních a vlhkostních čidel podle požadavku
- protimrazová ochrana deskového výměníku nastavováním obtokové klapky
- ovládání uzavíracích klapek na jednotce včetně dodání servopohonů
- protimrazová ochrana teplovodního výměníku – měření na straně vzduchu i vody. Při poklesnutí teploty: 1) vypnutí ventilátoru, 2) uzavření klapky, 3) otevření třícestného ventilu, 4) spuštění čerpadla
- signalizace bezporuchového chodu ventilátorů pomocí diferenčního snímače tlaku
- plynulá regulace výkonu ventilátorů frekvenčními měniči na přívodu i odvodu vzhledem k zanášení filtrů a možnosti nastavení vzduchového výkonu zařízení podle potřeby provozu a časového rozvrhu
- snímání a signalizace zanesení filtrů
- poruchová signalizace
- snímání signalizace chodu, poruchy a zapnutí a vypnutí zdroje chladu

3.1.9 Nároky na související profese

Stavební úpravy

Před započítím VZT prací je třeba zajistit a ověřit:

- vytvořit vhodné požadavky pro uložení VZT jednotek, zejména dostatečně únosnou stropní konstrukci a vyspádovanou nášlapnou vrstvou
- vytvořit prostupy ve stavebních konstrukcích

Elektro

- silové napojení všech zařízení a elektrických spotřebičů dle tabulky výkonů
- jištění všech napojených zařízení
- označení všech prvků připojených k elektrické síti výstražným štítkem

Vytápění a chlazení

- připojení vodních ohříváčů VZT jednotek na rozvod topné vody (včetně příslušných regulačních armatur)
- připojení chladiče VZT sestavné jednotek na rozvod chlazené vody

Zdravotechnika

Je nezbytné zajistit odvod kondenzátu ze VZT jednotek do odpadního potrubí. Toto potrubí musí být opatřeno zápachovou uzávěrkou. Množství kondenzátu dle tabulky 25.

3.1.10 Protihluková a protiotřesová opatření

Do rozvodných tras potrubí budou vloženy přímé kulisové tlumiče hluku tak, aby výsledná hladina akustického tlaku vyhovovala předepsané hodnotě, tedy 40 dB v interiéru a 50 dB v exteriéru (neuvažuje se noční provoz).

V místech prostupů potrubí stavebními konstrukcemi bude potrubí pružně uloženo.

Veškeré točivé stroje (jednotky, ventilátory) budou pružně uloženy.

Veškeré vzduchovody budou napojeny na ventilátory přes tlumicí vložky.

3.1.11 Izolace

Potrubí ve strojovně na straně exteriéru a potrubí ve strojovně zařízení č. 1 na straně interiéru bude izolováno tepelnou izolací z minerální vaty, opatřenou hliníkovou fólií tloušťky 60 mm, která bude zároveň plnit funkci zvukové izolační,

Přívodní potrubí zařízení č. 1, vedoucí zasedací místností, bude izolováno stejným typem izolace tloušťky 40 mm.

3.1.12 Protipožární opatření

Strojovnu VZT je potřeba oddělit od ostatních provozů požárně dělícími konstrukcemi a vytvořit tak samostatný požární úsek.

Všechna potrubí budou na rozmezí požárních úseků opatřena požárními klapkami Lindab WK25, které se v případě požáru uzavřou a zabrání tak pronikání požáru a zplodin.

3.1.13 Montáž, provoz, údržba a obsluha zařízení

- rozvody VZT budou instalovány před ostatními profesemi – prostorové nároky
- montáž všech zařízení a rozvodů bude provedena odbornou firmou
- během montáže budou dodržována všechna bezpečnostní opatření v souladu s platnými právními předpisy
- veškerá zařízení musí být po montáži vyzkoušena a seřizena dle požadavků MaR
- uživatel musí být seznámen s obsluhou, provozem a údržbou zařízení
- zařízení budou řízena samostatným systémem MaR
- VZT jednotky budou pružně uloženy
- sání i výfuk VZT jednotek bude opatřen protidešťovou žaluzií se sítí proti hmyzu
- zařízení smí obsluhovat pouze řádně vyškolený personál
- musí být zajištěn snadný přístup ke všem zařízením
- zařízení musí být pravidelně kontrolováno a udržováno

3.1.14 Závěr

Navržená vzduchotechnická zařízení vyhovují veškerým hygienickým požadavkům na ně kladeným a zvyšují tak komfort pracovního prostředí. Návrh byl proveden dle platných norem, vyhlášek a předpisů.

3.2 Tabulka místností

Tabulka 27 Tabulka místností

VNĚJŠÍ OKRAJOVÉ PODMÍNKY																									
T _{el} = 32,3 °C										T _{ez} = -20,9 °C					h _{el} = 70,1 kJ/kg										
ZADANÉ HODNOTY										VÝPOČTENÉ HODNOTY															
MÍSTNOST										LÉTO		ZIMA		TEPELNÁ BILANCE			PŘÍVOD						Δx		ODVOD
Číslo zařízení	Číslo místnosti	Název místnosti	Plocha [m ²]	S. v. pohled [m]	Objem [m ³]	Počet osob, zařízení	Vzd/osoba, zařízení [m ³ /h]	Požadovaná výměna vzduchu [1/h]	t [°C]	φ [%]	Vodní zisky [g/h]	Tep. zisky [W]	Tep. ztráty [W]	Hyg. vzd na spotřební jednotku/výměnu	Vzd. na krytí tep. zisků [m ³ /h]	Vzd. na krytí tep. ztrát [m ³ /h]	Vzd [m ³ /h]	Léto t [°C]	Zima t [°C]	Výměna [1/h]	Odvhlčení [g/kg]	Vzd [m ³ /h]			
1	313	Zasedací místnost	74,42	3,00	223,26	58	25		25	30-70	21	30-70			1450	2495	584	2500	18	22	11,2	2,1	2500		
2	310	Chodba	182,88	548,64			–	–	1,5	–	–	–	–	–	823	–	–	850	21			–	–		
	316	Předsíň WC muži	2,63	7,89	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	50		
	317	WC muži	11,89	35,67	2	50	–	–	–	–	–	–	–	–	100	–	–	–	–	–	–	–	300		
					3	25								75					25						
	318	Umývárna muži	2,10	3,00	6,30	1	30	–	25	–	–	–	–	–	30	–	–	–	–	–	–	–	50		
	319	Předsíň WC ženy	2,51	7,53	2	30	–	–	–	–	–	–	–	–	60	–	–	–	–	–	–	–	50		
	320	WC ženy	11,73	35,19	4	50	–	–	–	–	–	–	–	–	200	–	–	–	–	–	–	–	300		
321	WC invalidé	4,62	13,86	1	50	–	–	–	–	–	–	–	–	30	–	–	–	–	–	–	–	100			
														30	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

3.3 Technická specifikace

Tabulka 28 Technická specifikace zařízení č. 1

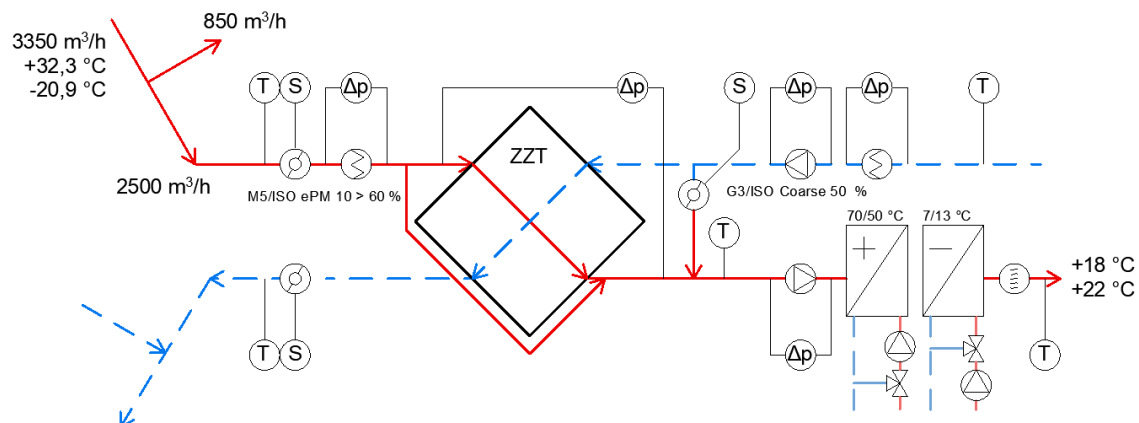
ZAŘÍZENÍ 1 - Klimatizace zasedací místnosti			
OZN.	POPIS	POČET	MJ
1.1	VZT JEDNOTKY		
1.1.1	VZT jednotka Remax AeroMaster XP 04 , průtok vzduchu 2500 m ³ /h, hmotnost 660,6 kg, vnější plášť z pozinkovaného plechu, tlumící vložky, filtr na přívodu M5/ISO ePM 10 > 60 %, filtr na odvodu G3/ISO Coarse 50 %, deskový rekuperátor ZZT, směšovací komora, vodní ohřívač 70/50 °C, vodní chladič s eliminátorem kapek 7/13 °C, ventilátory	1	KS
1.2	DISTRIBUČNÍ PRVKY PRO PŘÍVOD VZDUCHU		
1.2.1	Vířivá výustí Lindab RC14-250+MBB-250-250-S	8	KS
1.3	DISTRIBUČNÍ PRVKY PRO ODVOD VZDUCHU		
1.3.1	Vířivá výustí Lindab RC15-250+MBE-200-250	4	KS
1.4	TLUMIČE HLUKU		
1.4.1	Přímý 4HR kulisový tlumič hluku Lindab SLRS, 780x400x750, d= 200 s= 60, Δ_{pt} = 26 Pa	2	KS
1.4.2	Přímý 4HR kulisový tlumič hluku Lindab SLRS, 900x315x750, d= 200 s= 100, Δ_{pt} = 18 Pa	2	KS
1.5	KONCOVÉ ELEMENTY V EXTERIÉRU		
1.5.1	Protidešťová žaluzie Lindab WLA-11, 1200x600	2	KS
1.6	POŽÁRNÍ KLAPKY		
1.6.1	Lindab WK25-DSS, a= 500 b= 350 l=310, Δ_{pt} = 5 Pa	1	KS
1.6.2	Lindab WK25-DSS, a= 450 b= 350 l=310, Δ_{pt} = 5 Pa	1	KS
1.7	REGULAČNÍ/UZAVÍRACÍ KLAPKY		
1.7.1	Regulační klapka Lindab DJP 450x315x150, Δ_{pt} = 5 Pa	1	KS
1.7.2	Regulační klapka Lindab DJP 280x315x150, Δ_{pt} = 5 Pa	1	KS
1.8	OHEBNÁ POTRUBÍ		
1.8.1	SONOFLEX, Ø250	10	m
1.8.2	SONOFLEX, Ø200	5	m
1.9	ČTYŘHRANNÁ POTRUBÍ Z POZINKOVANÉHO PLECHU SK. I, TŘÍDA TĚSNOSTI C		
1.9.1	Do obvodu 2630 / 80 % tvarovek	13,1	m
1.9.2	Do obvodu 1890 / 40 % tvarovek	25,5	m
1.9.3	Do obvodu 1500 / 30 % tvarovek	9,3	m
1.10	IZOLACE		
1.10.1	Tepelná a zvuková izolace tl. 60 mm	43,9	m ²
1.10.2	Tepelná a zvuková izolace tl. 40 mm	37,3	m ²

Tabulka 29 Technická specifikace zařízení č. 2

ZAŘÍZENÍ 2 - Větrání chodby a hygienického zázemí			
OZN.	POPIS	POČET	MJ
2.1	VZT JEDNOTKY		
2.1.1	VZT jednotka Remax Cake VZ-1, průtok vzduchu 850 m ³ /h, hmotnost 350,5 kg, vnější plášť z pozinkovaného plechu, tlumící vložky, filtr na přívodu M5/ISO Coarse 80 %, filtr na odvodu G4/ISO Coarse 60 %, deskový rekuperátor ZZT, vodní ohřívač 70/50 °C, ventilátory	1	KS
2.2	DISTRIBUČNÍ PRVKY PRO PŘÍVOD VZDUCHU		
2.2.1	Talířový ventil Lindab Airy-SQUA-100	17	KS
2.3	DISTRIBUČNÍ PRVKY PRO ODVOD VZDUCHU		
2.3.1	Talířový ventil Lindab Airy-SQUA-100	16	KS
2.4	TLUMIČE HLUKU		
2.4.1	Přímý 4HR kulisový tlumič hluku Lindab SLRS, 560x200x1000, d= 200 s= 80, Δ_{pt} = 26 Pa	2	KS
2.4.2	Přímý 4HR kulisový tlumič hluku Lindab SLRS, 560x200x500, d= 200 s= 80, Δ_{pt} = 11 Pa	1	KS
2.5	STĚNOVÉ MŘÍŽKY		
2.5.1	Stěnová mřížka IMOS SM 20 - 300x100	6	KS
2.6	POŽÁRNÍ KLAPKY		
2.6.1	Lindab WK25-DSS, a=400 b=200 l=310, Δ_{pt} = 5 Pa	2	KS
2.7	REGULAČNÍ/UZAVÍRACÍ KLAPKY		
2.7.1	Regulační klapka Lindab DJP 250x140x150, Δ_{pt} = 5 Pa	2	KS
2.7.2	Regulační klapka Lindab DJP 225x140x150, Δ_{pt} = 5 Pa	1	KS
2.7.3	Regulační klapka Lindab DJP 180x140x150, Δ_{pt} = 5 Pa	1	KS
2.8	OHEBNÁ POTRUBÍ		
2.8.1	SONOFLEX, Ø100	21	m
2.9	ČTYŘHRANNÁ POTRUBÍ Z POZINKOVANÉHO PLECHU SK. I, TŘÍDA TĚSNOSTI C		
2.9.1	Do obvodu 1500/ 70 % tvarovek	31	m
2.9.2	Do obvodu 1050 / 40 % tvarovek	21,8	m
2.9.3	Do obvodu 650 / 40 % tvarovek	47,8	m
2.10	IZOLACE		
2.10.1	Tepelná a zvuková izolace tl. 60 mm	6,3	m ²

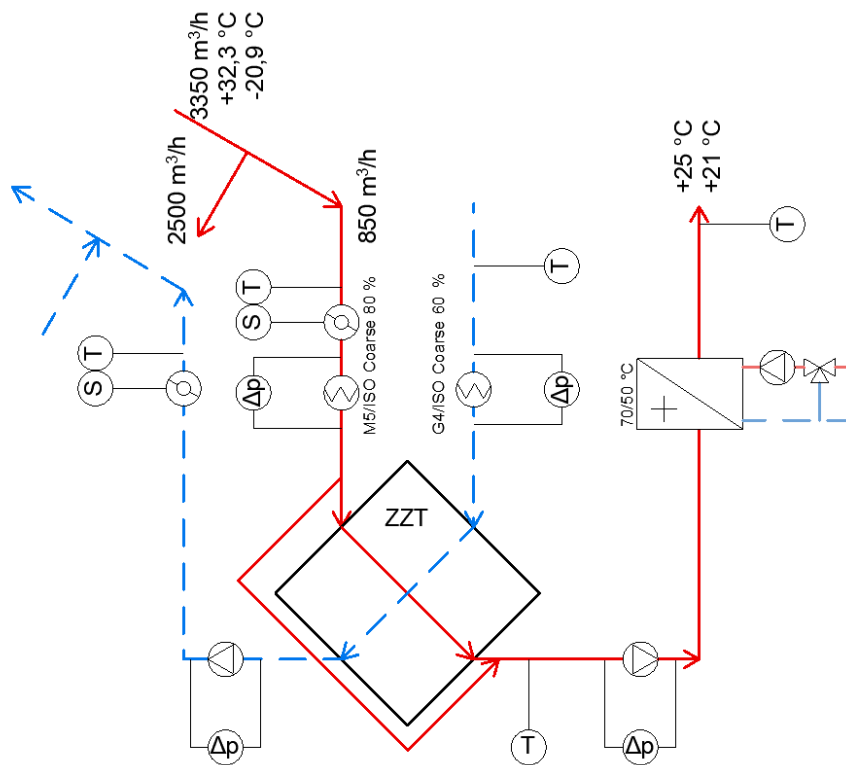
3.4 Funkční schémata

Zařízení č. 1



Obrázek 44 Funkční schéma zařízení č. 1

Zařízení č. 2



Obrázek 45 Funkční schéma zařízení č. 2

4 ZÁVĚR

Výsledkem této bakalářské práce je návrh vzduchotechnické jednotky administrativní budovy v obci Náchod v Královohradeckém kraji. Objekt má čtyři podlaží. Střecha administrativní budovy je plochá jednoplášťová. Fasáda administrativní budovy má několik lodžii, které společně s mnoha plastovými okny, které zajišťují proslunění vnitřních prostor, vytvářejí velice zajímavý architektonický vzhled.

Teoretická část se zabývá vzduchotechnickými jednotkami, jejich rozdělením dle různých kritérií, součástmi, kterými jsou vybaveny a také vhodným výběrem a návrhem. V této části zaujímá největší prostor právě popis jednotlivých částí, kterými mohou být VZT jednotky vybaveny.

Ve výpočtové části byla soustředěna pozornost na návrh vzduchotechnických zařízení ve 3. NP administrativní budovy v obci Náchod. Nejprve byla provedena analýza objektu dle předložených podkladů. Na základě této analýzy bylo postaveno řešení podlaží, které bylo rozděleno na funkční celky. Následně dle stanovených průtoků vzduchu podle povahy provozu, tepelných zisků, tepelných ztrát a dalších neméně důležitých aspektů, bylo zpracováno zhodnocení a následoval výběr vhodného systému. Umístily se koncové elementy a byly navrženy trasy potrubí. Na základě těchto tras bylo provedeno dimenzování jednotlivých úseků čtyřhranného potrubí a výpočet tlakových ztrát, které byly použity při návrhu VZT jednotek v software AeroCad.

Byly navrženy dva vzduchotechnické zařízení. První zařízení zajišťuje klimatizaci zasedací místnosti a druhé zařízení slouží pro větrání chodby a hygienického zařízení. Byla navržena jak sestavná jednotka, tak i kompaktní jednotka pro menší průtok vzduchu. Důležitou částí bylo také posouzení hluku v interiéru i exteriéru. V konečném důsledku byla navržena tepelná izolace k zabránění kondenzace. Jednotlivé výpočty byly neustále upravovány dle potřeb. Návrh se řídil platnými českými normami, vyhláškami a předpisy.

Projektová část práce zahrnuje technickou zprávu, technickou specifikaci jednotlivých zařízení, funkční schémata a výkresy.

5 POUŽITÉ ZDROJE

Zákony, vyhlášky, normy a směrnice

- [1] ČESKO. Nařízení vlády č. 361/2007 Sb. Kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci ze dne 12. prosince 2007. In: *Sbírka zákonů*. s. 5086. Dostupné také z: <https://www.tzb-info.cz/pravni-predpisy/narizeni-vlady-c-361-2007-sb-kterym-se-stanovi-podminky-ochrany-zdravi-pri-praci?fbclid=IwAR2XEHAIfnBdIIXdQd-pOgMT0JNRM4vURusosgCR1K75EenjXAF5nbt3cZ1U>
- [2] ČESKO. Vyhláška č. 499/2006 Sb. O dokumentaci staveb ze dne 10. listopadu 2006. In: *Sbírka zákonů*. s. 6872. Dostupné také z: https://www.tzb-info.cz/pravni-predpisy/vyhlaska-c-499-2006-sb-o-dokumentaci-staveb?fbclid=IwAR2aEMDLnGAaITn1wAbKrB-jEna_4UKkVJg7Fr3AgEpKDIHZHmw6PLVZXDrM
- [3] ČSN EN 16798-3: *Energetická náročnost budov - Větrání budov - Část 3: Pro nebytové budovy - Výkonové požadavky na větrací a klimatizační systémy místností (Moduly M5-1, M5-4)*, 2020.
- [4] ČSN EN ISO 16890-1: *Vzduchové filtry pro všeobecné větrání - Část 1: Technické specifikace, požadavky a klasifikační metody založené na účinnosti odlučování částic (ePM)*, 2018.

Elektronické zdroje

- [5] DRKAL, František, Miloš LAIN, Jan SCHWARZER a Vladimír ZMRHAL, 2009. *Klimatizace a průmyslová vzduchotechnika: Součásti vzduchotechnických systémů* [online]. Praha [cit. 2021-5-27]. Dostupné z: <https://docplayer.cz/10612331-Tzb-vzduchotechnika.html>
- [6] HIRŠ, Jiří a Günter GEBAUER, 2005. *TZB- Vzduchotechnika: Součásti vzduchotechnických systémů* [online]. [cit. 2021-5-27]. Dostupné z: <https://docplayer.cz/10612331-Tzb-vzduchotechnika.html>
- [7] LOM, Michal a Václav MATZ, 2013. Model řízení vzduchotechnické jednotky. *Tzb-info.cz* [online]. 22.4.2013 [cit. 2021-5-27]. Dostupné z: <https://vetrani.tzb-info.cz/regulace-vetrani-klimatizace/9796-model-rizeni-vzduchotechnicke-jednotky>
- [8] Nazeleno.cz, 2011. *Větrání, rekuperace a další možnosti (Stavíme energeticky úsporný dům – 4.díl)* [online]. 14.3.2011 [cit. 2021-5-21]. Dostupné z: <https://www.nazeleno.cz/stavba/okna-a-dvere/vetrani-rekuperace-a-dalsi-moznosti-stavime-energeticky-usporny-dum-4-dil.aspx>
- [9] *Schémat vzduchotechnických jednotek* [online]. Vysoké učení technické v Praze, Fakulta stavební, Katedra technických zařízení a budov [cit. 2021-5-20]. Dostupné z: tzb.fsv.cvut.cz/files/vyuka/tz2/Schemata_vzduchotechnickych_jednotek.pdf
- [10] SCHWARZER, Jan, 2006. Teorie vlhkého vzduchu (III): Základní úpravy vlhkého vzduchu. *Tzb-info.cz* [online]. 26.6.2006 [cit. 2021-5-23]. Dostupné z: <https://vetrani.tzb-info.cz/teorie-a-vypocty-vetrani-klimatizace/3382-teorie-vlhkeho-vzduchu-iii>

- [11] TZB-INFO. *Vzduchotechnická zařízení* [online]. tzb-info.cz [cit. 2021-5-14]. Dostupné z: <https://vetrani.tzb-info.cz/vzduchotechnicka-zarizeni>
- [12] VYBÍRAL, Pavel, 2016. Filtrace ve VZT jednotkách pro nucené větrání rodinných domů I.: Zaměřeno na malé jednotky určené pro nucené větrání rodinných domů. *Tzb-info.cz* [online]. 13.6.2016 [cit. 2021-5-23]. Dostupné z: <https://vetrani.tzb-info.cz/vetrani-rodinnych-domu/14330-filtrace-ve-vzt-jednotkach-pro-nucene-vetrani-rodinnych-domu-i>
- [13] ZMRHAL, Vladimír, 2006. Prvky větracích a klimatizačních zařízení (I) - 1. část Ventilátory. *Tzb-info.cz* [online]. 4.12.2006 [cit. 2021-5-25]. Dostupné z: <https://vetrani.tzb-info.cz/vzduchotechnicka-zarizeni/3733-prvky-vetracich-a-klimatizacnich-zarizeni-i-1-cast>

Obrázkové zdroje

- [14] *AeroMaster XP* [online]. Remak.eu. [cit. 2021-5-22]. Dostupné z: <https://www.remak.eu/cs/produkt/aeromaster-xp>
- [15] *Princip membránového entalpického výměníku*. [online]. Wafe.eu. [cit. 2021-5-22]. Dostupné z: <https://www.wafe.eu/clanek/entalpicky-membranovy-vymenik>
- [16] *Klapka uzavírací těsná – průměr: 160* [online]. Vzduchotechnikaventilace.cz. [cit. 2021-5-28]. Dostupné z: <https://www.vzduchotechnika-ventilace.cz/4697-klapka-uzaviraci-tesna-prumer-160.html>
- [17] *Kompaktní vzduchotechnické jednotky E-C/R* [online]. 4heat.cz. [cit. 2021-5-22]. Dostupné z: <https://4heat.cz/produkt/kompaktni-vzduchotechnicke-jednotky-e-c-r/>
- [18] *Schéma deskového výměníku tepla s křížovým proudem*. [online]. Redakce nazeleno.cz [cit. 2021-5-28]. Dostupné z: <https://www.nazeleno.cz/stavba/okna-a-dvere/vetrani-rekuperace-a-dalsi-moznosti-stavime-energeticky-usporny-dum-4-dil.aspx/2/>
- [19] *Strojovna VZT velkosklad Lidl Sered'* [online]. Uchytel.eu. [cit. 2021-5-22]. Dostupné z: <http://www.uchytel.eu/strojovna-vzt-velkosklad-lidl-sered>
- [20] *Uzavírací klapka KU 150*. [online]. Ventilatory-shop.cz. [cit. 2021-5-22]. Dostupné z: <https://www.ventilatory-shop.cz/produkt/uzaviraci-klapka-ku-150>
- [21] *Vodní ohřívač IBW 225-4* [online]. Ventilatory.net. [cit. 2021-5-28]. Dostupné z: <https://www.ventilatory.net/ibw-225-4.html>
- [22] *Vzduchotechnické jednotky* [online]. Daikin.cz. [cit. 2021-5-22]. Dostupné z: https://www.daikin.cz/cs_cz/skupiny-vyroby/vzduchotechnicke-jednotky.html

6 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A OZNAČENÍ

Zkratky

VZT – vzduchotechnická

ZZT – zpětné získávání tepla

Fyzikální veličiny

a – zrychlení [m/s^2]

c – koncentrace [ppm]

F – síla [N]

h – výška [m]

m – hmotnost [kg]

n – násobnost výměny vzduchu [h^{-1}]

S – plocha [m^2]

t – čas [s], teplota [$^{\circ}\text{C}$]

v – rychlost [m/s]

V – objemový průtok [m^3/h]

ε – efektivita [-]

P – hustota [kg/m^3]

φ – relativní vlhkost [%]

Indexy

c – škodliviny

i – interiér

o – odvodní / odpadní, okno

p – přívod / pracovní

pdl – podlaha

LI – lidi

TE – technologie

sv – svítidla, severovýchod

w – water

jv – jihovýchod

os – osluněná

or – radiace

ok – konvekce

s – stěny

L – léto

Z – zima

c – cirkulační

7 SEZNAM OBRÁZKŮ, TABULEK A GRAFŮ

Obrázky

Obrázek 1 Příklady osazení vzduchotechnických jednotek	11
Obrázek 2 Sestavná vzduchotechnická jednotka.....	11
Obrázek 3 Kompaktní vzduchotechnická jednotka	12
Obrázek 4 Dělení interiérových VZT jednotek	12
Obrázek 5 Strojovna vzduchotechniky	13
Obrázek 6 Venkovní vzduchotechnická jednotka	13
Obrázek 7 Schéma modelu vzduchotechnické jednotky	14
Obrázek 8 Uzavírací klapka	14
Obrázek 8 Regulační klapka	15
Obrázek 9 Požární klapka.....	15
Obrázek 11 Rámečkový filtr	16
Obrázek 11 Vodní ohřívač.....	17
Obrázek 12 Schéma jednookruhového přímého výparníku	18
Obrázek 13 Schéma protiproudého rekuperačního výměníku.....	19
Obrázek 14 Schéma výměníku s tepelnými trubicemi.....	19
Obrázek 15 Schéma deskového výměníku s křížovým proudem.....	20
Obrázek 16 Schéma rotačního výměníku	20
Obrázek 17 Princip membránového entalpického výměníku.....	21
Obrázek 18 Schéma axiálního ventilátoru	21
Obrázek 19 Schéma diametrálního ventilátoru	22
Obrázek 20 Schéma radiálního ventilátoru	22
Obrázek 21 Řízení ventilátorů.....	23
Obrázek 22 Parní zvlhčovač Condair RS.....	23
Obrázek 23 Schéma sprchové pračky Směšovací komora	24
Obrázek 24 Jednotka přívodu vzduchu.....	26
Obrázek 25 Rovnotlaká větrací jednotka	27
Obrázek 26 Jednotka teplovzdušného vytápění	28
Obrázek 27 Klimatizační jednotka	29
Obrázek 28 Schéma funkčních celků	31
Obrázek 29 Výpočet tepelné zátěže v softwaru Teruna.....	37
Obrázek 30 Přívodní vířivá výust' 312,5 m ³ /h – zařízení č. 1.....	41
Obrázek 31 Graf vzdálenosti $l_{0,2}$	41
Obrázek 32 Vzdálenost proudu vzduchu při rychlosti 0,2 m/s, $l_{0,2}= 2,1$ m	42
Obrázek 33 Odvodní vířivá výust' 625 m ³ /h – zařízení č. 1	42
Obrázek 34 Přívodní talířový ventil 50 m ³ /h – zařízení č. 2	43
Obrázek 35 Odvodní talířový ventil 50 m ³ /h – zařízení č. 2.....	43
Obrázek 36 Odvodní talířový ventil 100 m ³ /h – zařízení č. 2.....	43
Obrázek 37 Sestavná jednotka AeroMaster XP 04 – zařízení č. 1, ukázka výstupu programu AeroCad 1	50

Obrázek 38 Sestavná jednotka AeroMaster XP 04 – zařízení č. 1, ukázka výstupu programu AeroCad 2.....	51
Obrázek 39 HX diagram zařízení č. 1 – letní období	52
Obrázek 40 HX diagram zařízení č. 1 – zimní období.....	53
Obrázek 41 Výpočet tepelné izolace v softwaru Teruna – výtlačk přívodního potrubí v zasedací místnosti	61
Obrázek 42 Výpočet tepelné izolace v softwaru Teruna – sání přívodního potrubí ve strojovně	61
Obrázek 43 Funkční schéma zařízení č. 1.....	74
Obrázek 44 Funkční schéma zařízení č. 2.....	74

Tabulky

Tabulka 1 Průnik nebezpečných částic do lidského organismu	16
Tabulka 2 Stupně filtrů podle ISO 16890 (zdroj: vlastní zpracování)	16
Tabulka 2 Dělení radiálních ventilátorů podle celkového dopravního tlaku	22
Tabulka 3 Základní části hlavních vzduchotechnických jednotek	26
Tabulka 4 Návrhové parametry vnějšího vzduchu.....	31
Tabulka 5 Energetický výdej osob dle charakteru práce [1]	32
Tabulka 6 Technologické požadavky [1]	33
Tabulka 7 Přípustné hodnoty mikroklimatických podmínek [1]	33
Tabulka 8 Tepelné ztráty zařízení č. 1	37
Tabulka 9 Minimální množství venkovního vzduchu přiváděného na pracoviště na osobu	38
Tabulka 10 Průtoky vzduchu zařízení č. 1	39
Tabulka 11 Tabulka místností s průtoky vzduchu	40
Tabulka 12 Výpis distribučních prvků	44
Tabulka 13 Dimenzování zařízení č. 1 – přívodní potrubí	45
Tabulka 14 Dimenzování zařízení č. 1 – odvodní potrubí	46
Tabulka 15 Dimenzování zařízení č. 2 – přívodní potrubí, část 1/2	47
Tabulka 16 Dimenzování zařízení č. 2 – přívodní potrubí, část 2/2	48
Tabulka 17 Dimenzování zařízení č. 2 – odvodní potrubí	49
Tabulka 18 Posouzení hladiny akustického tlaku v zasedací místnosti	55
Tabulka 19 Posouzení hladiny akustického tlaku v zasedací místnosti s navrženými tlumiči	56
Tabulka 20 Posouzení hladiny akustického tlaku na chodbě bez/s navrženými tlumiči	57
Tabulka 21 Posouzení hladiny akustického tlaku ve WC invalidé bez/s navrženým tlumičem ..	58
Tabulka 22 Posouzení hladiny akustického tlaku v exteriéru – přívodní potrubí bez/s navrženým tlumičem	59
Tabulka 23 Posouzení hladiny akustického tlaku v exteriéru – odvodní potrubí bez/s navrženým tlumičem	60
Tabulka 24 Vnitřní návrhové podmínky	63
Tabulka 25 Energetické nároky	67
Tabulka 26 Tabulka místností	71
Tabulka 27 Technická specifikace zařízení č. 1	72
Tabulka 28 Technická specifikace zařízení č. 2	73

PŘÍLOHY

A. Výkresová část

A.1 Půdorys 3. NP (1:50)

A.2 Svislé řezy (1:50)

B. Navržené VZT jednotky

B.1 Zařízení č. 1– AeroMaster XP04

B.2 Zařízení č. 2– Cake VZ-1